COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUIN 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE OPTIQUE. — *Sur les moyens d'observation que l'on peut employer, pour la mesure des pouvoirs rotatoires; par* M. BIOT.

« Les personnes qui ont eu l'heureux hasard de découvrir une classe de phénomènes naturels, jusqu'alors inaperçue, et qui, par une étude patiente, se sont attachées à en établir les lois expérimentales avec l'exactitude nécessaire pour qu'on en puisse faire des applications sûres, sont exposées à deux sortes d'inconvénients. Le premier, c'est de n'être pas, ou de ne pas paraître toujours assez disposées à accueillir les changements que l'on veut introduire dans les procédés d'observation qu'elles ont mis en usage. Le second, c'est de voir proposer, comme simplifications, des dispositions nouvelles, qui ôteraient aux résultats la précision en laquelle consiste toute leur valeur scientifique, et qui, même, les dénatureraient entièrement. Il faut bien se résoudre alors à signaler l'imperfection ou l'erreur, pour empêcher qu'elles ne se propagent, et ne conduisent à tirer des conséquences fausses de faits qui seraient mal appréciés.

» Ces considérations s'appliquent malheureusement avec trop de justesse, au choix des appareils que l'on peut employer pour mesurer les déviations

qu'un grand nombre de substances, particulièrement d'origine organique, impriment aux plans de polarisation des rayons lumineux (1). On a prouvé que, dans l'état fluide, ce pouvoir est exercé individuellement par les molécules mêmes de ces substances, qui le portent diversement modifié dans toutes les combinaisons où elles s'engagent passagèrement sans s'y décomposer; et l'on a donné des méthodes rigoureuses pour déterminer, dans chaque cas, son sens d'action, ainsi que son intensité spécifique sur chaque rayon simple. Il est aisé de concevoir combien ce caractère moléculaire, rendu ainsi calculable, offre un moyen d'investigation précieux à la chimie, qui n'avait pu jusqu'alors opérer que sur des masses sensibles. Mais, pour qu'il lui serve, et même pour qu'il ne l'égare pas, il faut qu'il soit déterminé expérimentalement avec tous les soins qui en rendent l'évaluation correcte. Le jour où on l'altérerait par de fausses pratiques, il vaudrait mieux qu'il n'eût pas été découvert tant il engendrerait d'erreurs, d'autant plus graves qu'elles porteraient sur les particularités les plus profondes de la constitution des corps. Aussi me suis-je spécialement attaché à lui donner ces conditions indispensables de vérité et de certitude, dans la construction de l'appareil qui m'a servi pour l'établir, et que j'ai décrit dans le numéro des *Comptes rendus*, du 7 septembre 1840, avec tous les détails nécessaires pour qu'on en fasse des applications exactes. Cet appareil en lui-même est fort simple. Il se compose essentiellement de deux pièces : d'abord, une glace noire, plane et polie, qui reçoit, sous un angle convenable, la lumière blanche des nuées et la polarise par réflexion; puis, un prisme biréfringent, achromatisé du côté de l'œil, qui reçoit cette lumière réfléchie, normalement à sa surface antérieure, et sert à l'analyser par l'observation des images doubles ou simples, qu'il en donne quand on le fait tourner sur lui-même, dans le plan de cette surface, au moyen d'une alidade dont l'extrémité libre décrit un cercle concentrique à limbe divisé, sur lequel on mesure son mouvement angulaire. Les positions, tant absolues que relatives, de ces deux pièces, déjà établies approximativement par la construction, achèvent de se rectifier à l'aide de vis de

---

(1) L'ensemble de ces phénomènes, leurs lois physiques, et les formules qui servent pour calculer leurs applications à la chimie, ont été résumés dans les *Annales de Chimie et de Physique* pour 1844, en un Mémoire intitulé : *Sur l'emploi de la lumière polarisée pour étudier diverses questions de mécanique chimique*, 3e série, tome X, pages 5, 175, 307, 385, et tome XI, page 82. *Voyez* aussi un Mémoire intitulé : *Sur la cause physique qui produit le pouvoir rotatoire dans le quartz cristallisé; Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome VIII, 1er semestre de 1839, page 683.

(*Note ajoutée à l'impression.*)

rappel, par des essais qui dépendent de l'observateur seul, sans l'intervention d'aucun artiste, ni d'aucun appareil auxiliaire qui s'interpose entre lui et les résultats. Mais, pour que ces rectifications aient toute la rigueur qu'elles doivent atteindre, et pour que les éléments de mesures obtenus ensuite par l'observation, offrent le caractère d'exactitude qu'exigent des expériences de recherche, il faut s'assujettir à une condition dont une longue pratique m'a fait reconnaître l'indispensable nécessité. C'est que le prisme et tout le corps de l'appareil soient établis à demeure dans un petit cabinet obscur, construit pour ce but, dans lequel l'expérimentateur s'enferme pour observer. Le miroir réflecteur seul reste extérieur, et reçoit la lumière du ciel qu'il renvoie intérieurement à travers des tuyaux noircis, munis de diaphragmes, où elle est restreinte en un mince faisceau cylindrique, dont tous les éléments parallèles sont sensiblement dans un même état de polarisation. Il n'y a que la pratique personnelle qui puisse faire comprendre tout ce que cet arrangement donne de sûreté, de précision et de délicatesse aux résultats obtenus. L'appareil, une fois ainsi établi et réglé, est toujours prêt pour les observations; et, quoique j'aie conseillé d'en vérifier de nouveau les caractères de rectification, à chaque reprise d'expériences, ce qui, au reste, se fait en quelques instants, on trouve presque toujours qu'il s'est maintenu sans altération appréciable. Cette permanence est sans prix pour un observateur, par la sécurité qu'elle lui donne et le temps qu'elle lui épargne. Sans alléguer l'épreuve que j'ai faite moi-même de ces avantages dans l'appareil qui me sert sans cesse, depuis si longtemps, au collége de France, on peut les reconnaître dans celui de l'Hôtel-Dieu, qui a été construit par M. Soleil, d'après mes instructions détaillées. Il sert journellement pour l'étude des urines diabétiques. Il a également servi jusqu'à présent à toutes les recherches de chimie optique, dont M. Bouchardat a communiqué les remarquables résultats à l'Académie. Néanmoins, depuis quatre ans qu'il est établi, il est encore aussi parfaitement rectifié, et prêt pour les observations les plus délicates, que le jour où je le réglai pour la première fois. Quant à la sensibilité des indications, elle dépasse tout ce qui peut être jusqu'ici nécessaire, ou même désirable, pour les applications les plus minutieuses des pouvoirs rotatoires (1). C'est à cet ensemble de

---

(1) J'ai rapporté dans mes Mémoires une foule d'expériences où j'ai rendu manifestes des pouvoirs rotatoires de la dernière faiblesse, en les faisant réagir, par différence ou par somme, sur la teinte violet-bleuâtre que j'ai appelée *de passage*, et qui se produit dans une position convenable du prisme analyseur, avec tous les liquides actifs et incolores qui dispersent les plans de polarisation, sensiblement, comme le cristal de roche, observé dans le sens de son

bonnes dispositions, jointes à une parfaite constance d'état de chaque appareil, qu'on doit aujourd'hui l'accord de tant de déterminations, et de résultats physiques, relatifs aux pouvoirs rotatoires, qui ont été obtenus depuis quelques années en France par des observateurs différents, ou par les mêmes observateurs à différentes époques, sans qu'il y ait eu un seul cas de discordance ou d'opposition.

» Malheureusement, par une suite d'habitudes prises dans le courant ordinaire des opérations de chimie, cette condition si simple et si essentielle de mesurer les déviations dans l'obscurité, sur un appareil établi à demeure, a paru gênante et incommode à un grand nombre de personnes, même à des expérimentateurs qui, à la vérité, ne la jugeaient pas par pratique, mais par aperçu. Néanmoins je me suis bien gardé de l'abandonner pour le motif vain et condamnable de rendre ces phénomènes plus populaires, en sacrifiant la certitude de détermination indispensable pour leur utilité scientifique. Je me

---

axe. J'en citerai un nouvel exemple : j'ai pris une colonne de sirop de sucre de canne, parfaitement diaphane, ayant 148 millimètres de longueur, pour laquelle cette teinte s'obtenait dans l'image extraordinaire lorsque la section principale du prisme analyseur était déviée à droite du plan de la polarisation primitive de 92°30′. Alors, ayant dépassé quelque peu cette position, de manière à faire naître dans la teinte un soupçon de pourpre rougeâtre, j'ai ajouté au système une couche mince du même sirop, contenue dans un anneau de verre qui avait seulement 1 millimètre d'épaisseur intérieure entre les deux glaces qui le terminaient. Cette interposition a ramené aussitôt la teinte à un bleu manifeste qui montrait que la déviation était maintenant devenue plus forte ; et que, pour retrouver la même teinte violet-rougeâtre, il fallait tourner tant soit peu davantage, vers la droite, la section principale du prisme analyseur. Ce déplacement aurait donc donné la mesure du pouvoir rotatoire ajouté au pouvoir primitif, si l'on avait voulu l'évaluer. Mais on peut le connaître bien plus sûrement, d'après la loi de proportionnalité à laquelle les déviations de la teinte de passage sont assujetties. Car la couche ajoutée ayant une épaisseur de 1 millimètre, son action isolée aurait produit une déviation analogue, égale à $\frac{92^\circ,5}{148}$ ou $0^\circ,625$; ce qui, d'après la même loi, équivaut à une épaisseur de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, égale à $1^{mm}.\frac{0^\circ,625}{24^\circ,018}$ ou $\frac{26}{1000}$ de millimètre. Telle était donc l'ordre de faiblesse de l'action qui se manifestait si évidemment. La même couche de 1 millimètre, interposée seule devant le système des deux plaques de quartz de M. Soleil, ne m'a donné aucun indice de déviation appréciable, c'est-à-dire aucune différence perceptible entre leurs teintes préalablement amenées à l'égalité, quoique j'opérasse dans les mêmes conditions d'obscurité et de polarisation. Il convient de faire ces épreuves délicates sur des lames fluides plutôt que sur des lames de quartz, quand même on pourrait les obtenir aussi minces, afin d'éviter les effets que pourrait développer le moindre défaut de perpendicularité sur le rayon incident.

rappelle trop combien, avant d'avoir pris cette précaution, j'ai eu pendant longtemps de peine pour obtenir, par des répétitions multipliées et fatigantes, des résultats seulement approximatifs, dont une observation unique donne aujourd'hui les évaluations rigoureuses, en s'y conformant.

» C'est sans doute afin de se plier à cette répugnance en rendant aussi l'appareil plus portatif et moins coûteux, qu'on a imaginé en Allemagne une disposition, qui peut, à la vérité, suffire pour des expériences usuelles et des applications pratiques; mais qu'il ne me semblerait pas désirable de voir s'introduire, sous cette forme, dans les recherches scientifiques, parce qu'elle en restreindrait la généralité et la rigueur.

» On a remplacé la glace réfléchissante et le prisme biréfringent par deux prismes de Nicol, centrés sur un même axe, où ils sont maintenus à une distance invariable, ayant un intervalle libre entre eux. Le plus éloigné de l'observateur est fixe. L'autre, derrière lequel on applique l'œil, peut tourner angulairement autour de l'axe, entraînant une alidade qui marque ses mouvements sur le contour d'un cercle divisé qui lui est concentrique. Pour observer, on dirige l'appareil vers le ciel comme une lunette. Si l'on suppose la construction des deux prismes mathématiquement parfaite, et leur centrage rigoureusement exact, le faisceau lumineux qui a traversé le premier prisme en sort polarisé en un seul sens; et le second, en tournant sur lui-même, en donne une image toujours unique, d'intensité variable, qui est identique à l'extraordinaire qu'extrairait du même faisceau un prisme biréfringent, dont la section principale serait tournée dans la même direction angulaire relative. La position initiale du prisme mobile est celle où il éteint absolument toute la lumière transmise par le premier. Quand on l'a reconnue, on interpose la plaque solide ou liquide que l'on veut étudier, et l'on détermine la quantité de la déviation, ainsi que l'intensité spécifique du pouvoir rotatoire, par les méthodes que j'ai données. M. Mitscherlich, de qui je tiens ces détails, m'a dit que l'appareil ainsi modifié, et réduit à un prix très-modique, est devenu en Allemagne d'un usage général parmi les fabricants de sucre de betteraves, pour diriger la série de leurs opérations (1). Lui-même l'emploie habituellement pour l'étude des urines diabétiques et pour toutes ses recherches de chimie optique. Il s'en est servi dans un travail spécial sur la

---

(1) Sur cette application spéciale des propriétés optiques à l'analyse des matières sucrées, *voyez* les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* tome XV, 2e semestre de 1842, pages 619 et 693. Relativement aux solutions incolores de sucre de canne *pur,* soient l la longueur du tube d'observation en millimètres, α la déviation de la teinte de passage,

fabrication des sucres, qu'il doit bientôt publier; et il a découvert ainsi plusieurs faits extrêmement remarquables, sur les variations que le sucre de canne, interverti par les acides ou par la fermentation, éprouve temporairement dans l'intensité de son pouvoir rotatoire, lorsqu'on l'expose à une succession de températures diverses, trop peu élevées pour lui imprimer une altération permanente. Ce phénomène est analogue à celui que j'avais antérieurement observé sur l'acide tartrique; mais le pouvoir rotatoire du sucre interverti parcourt une amplitude de variations beaucoup plus grande. J'ignore si cet emploi des deux prismes de Nicol, d'ailleurs facile à imaginer, n'a pas été occasionnellement réalisé en France. Du moins, je sais qu'un expérimentateur habile, M. Regnault, l'avait conseillé il y a longtemps, pour des usages pratiques. Son avantage spécial est de donner beaucoup de lumière. On y dépend de l'artiste pour la bonne confection des deux prismes. Mais ces pièces s'exécutent aujourd'hui avec assez de perfection pour que la polarisation du faisceau transmis soit sensiblement complète, même dans l'obscurité; et il faudrait vérifier avec beaucoup de soin que cette condition est exactement remplie pour une lumière aussi intense que celle du ciel, avant d'employer un semblable appareil à des recherches de précision. Dans ce cas, en outre, on devrait regretter qu'il ne donne qu'une seule image; mais on en aurait deux si l'on conservait le prisme biréfringent du côté de l'œil. Alors, en mettant toujours le corps de l'instrument et l'observateur dans l'obscurité, on aurait un appareil à intervalles variables, qui serait non moins sûr, mais beaucoup plus lumineux que celui qui m'a jusqu'à présent servi; et l'on pourrait raisonnablement y adapter des subdivisions plus minutieuses pour la me-

---

observée à l'œil nu, et exprimée en degrés sexagésimaux; on aura :

Poids absolu de sucre cristallisable contenu dans un litre de la solution (en grammes).. $1400 \frac{\alpha}{l}$.

Dans un appareil usuel, tel que celui qui est décrit ici dans le texte, l est constant ainsi que le rapport $\frac{1400}{l}$. Donc, si l'on forme un tableau numérique du produit de ce rapport par les diverses valeurs de α espacées de degré en degré, on connaîtra tout de suite le nombre de grammes de sucre pur que chaque déviation observée indique dans un litre de la solution. Par exemple, si la longueur l du tube est 200 millimètres, le rapport $\frac{1400}{200}$ sera 7. Ainsi chaque degré de déviation répondra à 7 grammes.

Si la solution était mêlée de sucre cristallisable et de sucre incristallisable, on en démêlerait les proportions par une épreuve auxiliaire, qui est décrite, et justifiée par des expériences, au tome XVI des *Comptes rendus*, 1er semestre de 1843, page 619.

(*Note ajoutée à l'impression.*)

sure des angles. Je ne désespère pas d'avoir avant peu, à ma disposition, des morceaux de spath d'Islande assez volumineux et assez purs pour réaliser ce projet. D'autres particularités qui ajouteraient encore à la précision des résultats, et qui permettraient d'entreprendre des recherches de la dernière délicatesse, ont été conçues par l'excellent physicien que je viens de désigner. Mais c'est à lui qu'il appartient de les dire, et personne ne serait plus heureux que moi de lui voir appliquer à ce genre de phénomènes cette rare faculté d'exactitude, ainsi que de sagacité inventive, qu'il porte dans tous ses travaux. On aurait bien tort de supposer que je pusse voir sans un vif plaisir des perfectionnements pareils. Le caractère moléculaire du phénomène, et la fixation de ses lois expérimentales, sont les deux seules choses auxquelles je puisse attacher quelque prix et quelque espérance de durée.

» Une autre disposition pour observer les déviations à la lumière du jour a été récemment présentée à l'Académie au nom d'un artiste français qui s'est montré fort habile dans la taille des cristaux, et qui a imaginé ou construit une multitude d'instruments relatifs aux phénomènes de double réfraction et de polarisation, aujourd'hui répandus dans tous les cabinets de physique. C'est précisément pour cela que je crois nécessaire d'exprimer mon sentiment sur sa nouvelle invention. Cet artiste est M. Soleil, qui a construit aussi un grand nombre de mes appareils, actuellement employés en France ou dans l'étranger. L'idée qu'il a voulu réaliser est fort ingénieuse; et si elle ne peut pas servir pour mesurer généralement les déviations, comme je vais le prouver tout à l'heure, cela ne lui fait aucun tort, puisque l'inaptitude de son procédé pour cette opération tient à des particularités théoriques qu'il pouvait ne pas connaître, étant si délicates qu'elles n'ont pas été aperçues du premier coup d'œil, par des personnes très-habiles. L'instrument de M. Soleil se compose de deux plaques de cristal de roche perpendiculaires à leur axe individuel, exerçant des rotations de sens contraire, ayant la même épaisseur, leurs axes parallèles, et accolées latéralement en une plaque unique, avec une justesse propre à cet artiste. Supposez un appareil composé comme le mien, d'une glace polarisante et d'un prisme analyseur. On interpose d'abord la double plaque normalement au faisceau polarisé; et, si la section principale du prisme analyseur ne coïncide pas avec le sens de la polarisation, supposé unique, les portions du faisceau transmises à travers l'une et l'autre plaque donnent des images colorées de teintes diverses. Alors on tourne le prisme jusqu'à ce que l'identité des teintes ait lieu, et sa section principale se trouve ramenée dans le plan de la polarisation primitive par ce caractère. Cette première application du procédé est exacte. Seulement, après l'avoir

essayée, je ne la trouve pas pratiquement plus précise, ni plus facile, ni plus prompte, que le retour direct du prisme à la polarisation primitive, dans l'obscurité (1). Elle ne peut même équivaloir à cette restitution directe qu'en supposant la coupe des plaques et leur assemblage parfaits. Il y a aussi des conditions de perpendicularité dans l'interposition, que je passe sous silence. En somme, c'est un intermédiaire inutile entre le résultat et l'observateur, puisque celui-ci peut le suppléer par lui-même avec plus de sûreté, et non moins de précision. Dans les déterminations expérimentales, l'addition d'une pièce dont on peut se passer n'est pas un perfectionnement. C'est un ennemi de plus qu'on se donne.

» Ce petit appareil restant ainsi inséré dans le trajet du rayon lumineux polarisé en un seul sens, et les deux teintes étant ramenées à l'identité, on interpose, avant ou après lui, la substance dont on veut mesurer le pouvoir rotatoire. Pour plus de simplicité, je suppose que ce soit une colonne d'un liquide actif, contenue dans un tube fermé par des glaces minces et parallèles. Alors, si l'on place le centre de la pupille dans le plan de jonction des deux plaques de quartz, de manière à recevoir simultanément les rayons transmis par l'une et par l'autre, chaque demi-image, donnée par le prisme biréfringent, se montre colorée d'une teinte différente, l'une étant formée par les actions rotatoires dont les sens conspirent, l'autre par celles qui sont de sens opposé. Ceci ayant lieu, il faut, selon la prescription de l'inventeur, tourner le prisme biréfringent vers la droite, ou vers la gauche, jusqu'à ce que chaque demi-image se trouve ramenée à une exacte identité d'intensité et de teinte, comme dans la position initiale; et l'arc que sa section principale aura décrit, mesurera l'angle de déviation propre à la substance interposée. Ici est l'erreur théorique. Car cette double restitution d'identité n'est rigoureusement possible que si la lumière transmise est simple, auquel cas la mesure directe de la déviation serait équivalente, et s'obtiendrait encore avec plus de sûreté, sans l'intermédiaire des deux plaques. Quand on opère sur la lumière blanche, ce qui est le but principal de l'application proposée, aucune position du prisme biréfringent ne peut donner des demi-images qui soient rigoureusement de même intensité et de même teinte, quoique leur dissemblance puisse cesser d'être appréciable à l'œil avec une lumière peu vive, quand l'action propre de la substance interposée est restreinte à certaines limites de fai-

(1) En effet, toutes les fois que j'ai opéré ce retour direct, ce qui se fait en un moment, dans mon appareil, quand le ciel n'est pas très-sombre, l'interposition du système des deux plaques de quartz ne m'a jamais présenté aucune différence de teintes que je pusse apprécier.

blesse. C'est ce que le raisonnement et l'expérience s'accordent à montrer.

» Je commence par la démonstration théorique. Soit i l'angle de déviation que la plaque dont on veut mesurer le pouvoir rotatoire, imprime, par son action propre, au plan de polarisation primitif d'un faisceau lumineux de réfrangibilité définie. Nommons $-a$, $+a$ les déviations analogues que chacune des plaques de quartz assemblées imprimerait isolément au plan de polarisation de ce même faisceau. Quand toutes ces actions s'exerceront simultanément, par couples, les portions du faisceau qui les auront individuellement subies, se trouveront respectivement polarisées dans les directions $i-a$, $i+a$. Alors, pour que le prisme biréfringent dédouble chacune d'elles en deux images, dont les intensités soient respectivement égales, en s'écartant de i de moins qu'un quadrant, il faudra placer sa section principale dans la direction intermédiaire i. En effet, si l'on suppose généralement cette section déviée de l'angle α à partir du plan de polarisation primitif, dans la limite précédente, et que l'on nomme F_e, F'_e les intensités de l'image extraordinaire, obtenue à travers chacune des deux plaques, l'intensité totale du faisceau étant I, on aura en général,

$$F_e = I\sin^2(i-a-\alpha); \qquad F'_e = I\sin^2(i+a-\alpha).$$

Ces expressions deviendront égales entre elles si l'on fait $\alpha = i$; et elles ne peuvent l'être convenablement pour notre but, que pour cette valeur. Car les autres qui satisferaient analytiquement à la même condition d'égalité se rejoindraient à celle-là par des demi-circonférences, ou par des quadrants que la nature du problème exclut. Dans ce cas, les deux images homologues formées à travers l'une et l'autre plaque de quartz seront aussi de même teinte, puisque la lumière transmise est supposée d'une même réfrangibilité. Mais cette position angulaire du prisme est la seule où les conditions d'identité puissent avoir lieu, dans les limites d'écart assignées.

» Supposons maintenant que le faisceau transmis à travers le système mixte contienne des rayons de réfrangibilités diverses, mais toujours primitivement polarisés en un sens unique. Le raisonnement que nous venons de faire sera applicable à chacun d'eux. Seulement il faudra désigner par des indices distincts les éléments angulaires i et a qui y correspondent, parce que, toutes les autres circonstances restant d'ailleurs égales, leurs valeurs varient avec la réfrangibilité, en suivant des lois différentes dans les substances diverses. Alors, quand les portions du faisceau total qui traversent l'une ou l'autre plaque de quartz auront aussi traversé l'épaisseur commune de la substance active qu'on leur associe, les divers rayons simples qui les com-

poseront, auront pris des directions de polarisation diverses, respectivement correspondantes aux éléments angulaires exprimés dans les deux colonnes suivantes.

Sens de polarisation final des rayons qui ont subi successivement les actions rotatoires.

Opposées.	*Conspirantes.*
$i_1 - a_1$	$i_1 + a_1$
$i_2 - a_2$	$i_2 + a_2$
$i_3 - a_3$	$i_3 + a_3$
etc.	etc.

» Si l'on veut que le prisme analyseur, sous les restrictions d'écart prescrites, forme des images d'intensité identique avec un quelconque des couples ainsi déviés, il faudra tourner sa section principale dans la direction angulaire moyenne, i_1, i_2, i_3,..., propre à ce couple-là (1). Or, ces directions sont toutes différentes entre elles, et le sont considérablement dans l'appareil à deux plaques, à cause de leur grande épaisseur. Donc, la condition d'égale intensité ne pourra pas être remplie, par une même position du prisme, pour toutes à la fois. Ainsi, lorsqu'un des rayons simples entrera en même quantité, dans les deux moitiés d'une même image, soit ordinaire, soit extraordinaire, tous les autres y entreront en quantités inégales. De sorte que, jamais, dans aucune position du prisme, ces moitiés ne pourront devenir totalement identiques entre elles, ni pour la teinte ni pour l'intensité.

» Toutefois, si la couche active interposée a un pouvoir propre très-faible, les déviations i_1, i_2, i_3,..., qu'elle imprime à chacun des rayons simples qui ont traversé les deux plaques de quartz, peuvent être si peu différentes entre elles, que l'effet de leur inégalité devienne insensible pour l'œil, dans les images résultantes formées par une lumière peu vive, quand la section principale du prisme analyseur sera tournée sur quelque direction intermédiaire entre leurs valeurs. Il faudra alors chercher théoriquement quelle est cette direction; puis, quand on la connaîtra, il faudra chercher si, pour une même substance, sa déviation angulaire est proportionnelle à l'épaisseur des couches, comme cela a lieu dans les observations directes sur la lumière simple, et comme cela a lieu aussi avec la lumière blanche pour une certaine

(1) J'exclus toujours les directions rectangulaires aux i_1, i_2, i_3,..., qui s'éloigneraient des conditions dont on veut se rapprocher dans la question physique, et qui donneraient lieu à des conséquences pareilles.

(*Note ajoutée à l'impression.*)

teinte spéciale de l'image extraordinaire, lorsque les substances observées dispersent les plans de polarisation sensiblement suivant les mêmes lois que le cristal de roche, ainsi que je l'ai démontré depuis beaucoup d'années. Tant qu'on n'a pas établi ces rapports entre les angles de déviation et les épaisseurs, on peut bien manifester des pouvoirs rotatoires, mais on ne peut pas dire qu'on les mesure. Or, c'est de leur mesure que résulte leur utilité.

» Quoique ce soient là autant de conséquences nécessaires des lois physiques qui règlent les actions rotatoires, j'ai voulu les vérifier par l'expérience sur des systèmes actifs d'énergies progressivement décroissantes, afin d'y rendre d'abord les dissemblances prévues plus distinctement saisissables. J'en ai fait l'épreuve avec un de ces petits systèmes à doubles plaques de quartz, que j'ai acquis de M. Soleil. Pour cela, opérant toujours dans l'obscurité, condition indispensable à toute observation de ce genre que l'on veut rendre précise, j'ai placé d'abord, dans mon appareil, une colonne de sirop de sucre de canne, parfaitement diaphane; puis, j'ai tourné la section principale du prisme biréfringent, jusqu'à ce que l'image extraordinaire présentât cette remarquable teinte bleue violacée, immédiatement ultérieure au bleu foncé, antérieure au rouge, que j'ai appelée la teinte de passage, et qui coïncide avec la déviation du rayon jaune simple. Cette teinte ne peut s'obtenir qu'avec les substances qui dispersent les plans de polarisation sensiblement suivant les mêmes lois que le cristal de roche, ce qui est le cas des solutions de sucre de canne. Elle se trouva réalisée lorsque la section principale du prisme fut déviée vers la droite de 92°,5. Tel était donc le pouvoir de la colonne sur le rayon jaune simple, d'après les lois que j'ai établies. Laissant le prisme dans cette position, j'interposai l'appareil à double plaque, en plaçant le centre de la pupille dans leur plan de jonction. Alors les deux demi-images extraordinaires se montrèrent excessivement discolores, comme on devait s'y attendre, puisque leur identité primitive était modifiée dans l'une par différence, dans l'autre par somme. Le mouvement du prisme les faisait varier par les accidents les plus bizarres, sans qu'aucune position pût les approcher de la ressemblance, encore moins les ramener à l'identité. Les demi-images ordinaires étaient aussi discolores entre elles, mais moins que les extraordinaires, dans les positions initiales du prisme que j'ai d'abord désignées, parce que les conditions rotatoires des deux systèmes y rendaient alors la lumière beaucoup plus abondante et plus mélangée.

» Ces dissemblances se sont encore maintenues très-manifestes, tant que la déviation opérée par la colonne liquide, étant observée à l'œil nu, n'a pas été moindre que 48 degrés, ce qui répond à une épaisseur de 2 millimètres

de cristal de roche perpendiculaire à l'axe. Pour des actions plus faibles, et au degré d'intensité de la lumière sur laquelle j'opérais, l'identité des teintes se restituait sensiblement pour l'œil, dans la même position angulaire du prisme où la teinte de passage se formait directement, les plaques de quartz n'étant pas interposées. C'est-à-dire que, dans ces circonstances, les limites d'exactitude des deux appréciations ne me permettaient plus de constater entre elles des différences certaines. J'ai suivi cette concordance de résultats approximatifs jusqu'à une épaisseur, du même sirop de sucre, égale à $3^{mm},485$, laquelle produisait à l'œil nu une déviation de $2^{\circ},18$: cela équivaut à l'effet d'une lame de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, qui aurait pour épaisseur $\frac{907}{10000}$ de millimètre. Ainsi, à ces limites d'affaiblissement de l'action, le système additionnel des deux plaques employées ne faisait que reproduire, par la condition d'égalité des teintes, les mêmes mesures qu'on obtient aussi bien, et avec plus de sûreté, sans son secours, puisqu'on ne dépend de personne. Si l'on voulait évaluer des déviations encore moindres que celles-là, on y parviendrait encore directement, comme je l'ai souvent fait, en les combinant par somme ou par différence avec une colonne liquide de rotation connue ; et j'ai rapporté plus haut, en note, une expérience de ce genre, où la déviation évaluée a été seulement $0^{\circ},625$, telle que la produirait une lame de cristal de roche perpendiculaire à l'axe ayant $\frac{26}{1000}$ de millimètre d'épaisseur. Mais ce sont là des essais de pure curiosité : car, pour des recherches réelles de chimie optique, on n'a jamais besoin de descendre à des déviations si faibles, pas plus que d'en employer qui dépassent, ou seulement atteignent, une demi-circonférence. Les degrés intermédiaires entre ces extrêmes sont bien plus sûrs et bien plus faciles à évaluer. Il ne faut pas se persuader non plus que l'on apportera le moindre perfectionnement à cette étude, par un luxe de subdivisions et de verniers subtils, ajustés à des appareils qui opèrent la polarisation d'une manière incomplète et même grossière, comme est celui de Noremberg, qu'on y applique trop souvent, en l'écartant du simple but d'exhibition auquel il avait été très-bien approprié par son auteur. Avant de prétendre à ces raffinements mécaniques, il faut songer à perfectionner les éléments physiques de l'observation, en se procurant un faisceau plus abondant en lumière, et des moyens de polarisation plus rigoureux, qui permettent d'opérer sur des rayons simples d'une réfrangibilité strictement définie. C'est là que doivent tendre nos efforts, et c'est ce que réalisera sans doute, tôt ou tard, l'excellent physicien dont je ne fais ici qu'exprimer les vues. Jusque-là, employons nos appareils pour en tirer des résultats d'une approximation bien assurée, dans les limites de précision qu'ils peuvent atteindre, mais gardons-nous d'al-

térer leur simplicité et leur sûreté, par des complications d'auxiliaires qui pourraient diminuer, ou fausser, la certitude actuelle de leurs indications plutôt que l'accroître. On me pardonnera de former ce vœu. L'étude des déviations est encore aujourd'hui très-nouvelle; les auteurs des Traités élémentaires de physique ont pu à peine indiquer son existence, parce que son exposition exigerait des détails trop minutieux pour pouvoir être offerts utilement à la généralité de leurs lecteurs. On a seulement commencé à présenter ces phénomènes, avec autant d'habileté que d'exactitude, dans quelques-uns des cours de nos grands établissements scientifiques. C'est là qu'on peut les voir avec fruit, en s'aidant des Mémoires spéciaux, où l'on a établi leurs lois et leurs applications; mais il y aurait beaucoup moins d'inconvénient à les ignorer qu'à s'en former des idées fausses.

» Si l'on considère le système des doubles plaques de M. Soleil, non pas comme une pièce utile à introduire dans nos instruments de recherche, mais pour ses effets optiques propres, il peut, avec l'excellente construction que cet artiste lui donne, fournir des sujets d'études théoriques très-curieux. On peut se demander d'abord à quelle réfrangibilité appartient la déviation que l'on observe quand l'identité des teintes y est sensiblement rétablie, en combinaison avec des actions rotatoires très-faibles, qui suivent les mêmes lois de dispersion que le quartz? puis, si, pour un même système de plaques, combiné avec des couches actives très-minces et d'une même nature, ces déviations sont proportionnelles aux épaisseurs des couches? puis, si le coefficient de ce rapport change avec l'épaisseur des plaques, et comment il change? enfin, si le choix d'épaisseur auquel l'artiste a été conduit par la pratique est indifférent ou spécial pour ce but? Toutes ces questions peuvent se résoudre directement, par les méthodes de calcul que j'ai exposées dans un Mémoire sur la polarisation circulaire, inséré au tome XIII de la Collection de l'Académie; et il n'est pas inutile de les traiter ainsi pour constater l'exactitude de ces méthodes, par cette nouvelle épreuve, comme je l'avais fait déjà dans un Mémoire antérieur sur un grand nombre de plaques de quartz perpendiculaires à l'axe, dont j'avais analysé ainsi les actions rotatoires comparativement avec l'observation. J'ai déjà effectué cette application pour moi; mais je n'ai pas eu le temps d'en rédiger les détails, de manière à les présenter aujourd'hui; et, ayant à terminer un autre travail, que je ne puis interrompre, je dois en remettre l'exposition à quelques semaines. On y verra un nouvel exemple de l'incroyable fidélité de la règle expérimentale donnée par Newton, pour calculer les teintes composées, résultantes de la mixtion d'un nombre quelconque, assigné, de rayons simples. »

MÉCANIQUE. — *Notes relatives à la mécanique rationnelle ; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« L'examen des titres des candidats à la place de correspondant, vacante dans la Section de Mécanique, a reporté mon attention sur divers problèmes qui sont relatifs à la mécanique rationnelle. Quelques-uns des résultats auxquels mes réflexions m'ont conduit deviendront l'objet de plusieurs articles qui seront publiés prochainement dans mes *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique*. Je me borne aujourd'hui à extraire de mon travail quelques recherches qui seront développées dans ces articles, et qui m'ont paru propres à intéresser l'Académie.

Note sur les équations générales d'équilibre d'un système de points matériels assujettis à des liaisons quelconques.

» Les liaisons qui existent entre des points matériels sont toujours des liaisons physiques, et par conséquent dues à des actions moléculaires. Il y a plus : ces liaisons sont généralement produites par les actions mutuelles d'un très-grand nombre de molécules. Ainsi, par exemple, un axe fixe de suspension n'est autre chose qu'un système de points matériels situés à très-peu près sur une même droite, et retenus par une force de cohésion assez intense pour que les autres forces dont on tient compte dans le calcul n'aient pas le pouvoir de faire varier sensiblement la distance de deux quelconques de ces points. Mais, dans une première approximation, l'on peut ordinairement substituer à une liaison physique une liaison mathématique, représentée par une certaine équation de condition. On peut d'ailleurs arriver par deux routes différentes aux équations d'équilibre de plusieurs forces dont les points d'application sont supposés assujettis à des liaisons mathématiques. Le plus souvent on déduit ces équations du principe des vitesses virtuelles; mais on peut aussi les établir directement à l'aide de diverses méthodes. Le premier des Mémoires dans lequel les équations d'équilibre se trouvent établies directement est celui que M. Poinsot a publié dans le XIIIe cahier du *Journal de l'École Polytechnique*. L'auteur a commencé par examiner le cas où les liaisons qui existent entre plusieurs points mobiles sont représentées par des équations de condition qui renferment seulement les distances mutuelles de ces points; puis il a montré comment on pouvait passer du cas dont il s'agit au cas général où les liaisons sont représentées par des équations de condition quelconques entre les coordonnées des points mobiles; et il a ainsi retrouvé, comme on devait s'y attendre, les formules que La-

grange avait tirées du principe des vitesses virtuelles dans la *Mécanique analytique.* J'ai, dans les *Exercices de Mathématiques,* abordé immédiatement le cas général dont je viens de parler. Mais la méthode que j'ai suivie peut encore être simplifiée. Je demanderai à l'Académie la permission d'entrer à ce sujet dans quelques détails.

» Lorsque plusieurs points assujettis à des liaisons mathématiques sont en équilibre sous l'action de certaines forces, chaque liaison peut être remplacée par les résistances qu'elle oppose aux mouvements des divers points matériels. Donc, pour obtenir les équations d'équilibre, il suffit d'écrire que la force appliquée à chaque point mobile fait équilibre aux résistances que les diverses liaisons opposent au mouvement de ce point, ou, en d'autres termes, que cette force est la résultante de forces égales et contraires à ces résistances. D'ailleurs, des forces égales et contraires aux résistances qu'une seule liaison oppose aux mouvements de divers points mobiles, sont précisément des forces capables de maintenir en équilibre les points assujettis à cette liaison. Donc la question peut toujours être réduite à la recherche des équations d'équilibre de points mobiles assujettis à une liaison unique. Enfin, il est facile de s'assurer que, dans ce cas, l'équilibre peut toujours avoir lieu sous l'action de forces convenablement dirigées, et dont l'une, arbitrairement choisie, peut offrir telle intensité que l'on voudra. Reste à savoir comment on peut déterminer, non-seulement la droite suivant laquelle doit agir la force appliquée à chaque point, mais aussi le rapport entre deux forces appliquées à deux points distincts. Or cette détermination peut s'effectuer très-simplement à l'aide des considérations suivantes.

» Supposons que l'équilibre subsiste entre des forces appliquées à des points mobiles, ces points étant assujettis à une liaison unique. L'équilibre continuera évidemment de subsister, si l'on donne plus de fixité au système; par exemple, si plusieurs des points mobiles deviennent fixes, ou si l'on joint une seconde liaison à la première. Cela posé, soient A, A′ deux des points mobiles, pris au hasard, et supposons que l'on recherche les conditions auxquelles doivent satisfaire, dans le cas d'équilibre, les forces P, P′, appliquées à ces deux points. Pour y parvenir, il suffira de fixer tous les points mobiles, à l'exception de A et de A′, puis d'assujettir les points A et A′ à une liaison nouvelle qui permette de trouver facilement les conditions cherchées. Or, la plus simple de toutes les liaisons, celle qui consiste à lier les deux points entre eux par une droite invariable, jouit précisément de cette propriété. En effet, supposons deux points A, A′ seuls mobiles, et assujettis à deux liaisons dont l'une soit celle qu'établit

entre eux une droite invariable dont ils forment les extrémités. Les six coordonnées des deux points, assujetties seulement à vérifier les deux équations qui représentent les deux liaisons dont il s'agit, pourront varier encore d'une infinité de manières; et, par suite, les mouvements virtuels des deux points, c'est-à-dire les mouvements compatibles avec les liaisons données seront en nombre infini. On peut même remarquer que la courbe décrite par le point A dans un mouvement virtuel sera complétement arbitraire. Car, en fixant à volonté la nature de cette courbe, on établira seulement deux équations nouvelles qui renfermeront les coordonnées du point A; et si l'on en profite pour éliminer des deux premières équations ces trois coordonnées, on obtiendra une seule équation entre les coordonnées du point A′. Donc, en obligeant le point A à se mouvoir sur une certaine courbe, arbitrairement choisie, on obligera seulement le point A′ à se mouvoir sur une certaine surface courbe; et alors au mouvement virtuel du point A pourra être censé correspondre, pour le point A′, un mouvement virtuel en vertu duquel ce dernier point décrirait une courbe tracée à volonté sur la surface courbe dont il s'agit. Donc, en définitive, les mouvements virtuels des deux points A et A′ assujettis à une liaison quelconque, et joints d'ailleurs l'un à l'autre par une droite invariable AA′, sont des mouvements exécutés suivant deux courbes dont l'une est entièrement arbitraire.

» Cela posé, il deviendra très-facile de trouver les conditions d'équilibre de deux forces P, P′, appliquées aux deux points A, A′. En effet, considérons un mouvement virtuel quelconque du système de ces deux points, comme un mouvement qu'on les oblige à prendre, en fixant les deux courbes sur lesquelles il leur est permis de se déplacer. Cette fixation ne troublera pas l'équilibre. Il devra donc y avoir équilibre entre les forces P, P′, lorsque leurs points d'application A, A′, liés entre eux par une droite invariable, seront de plus assujettis à se mouvoir sur deux courbes fixes. Mais alors chacune des forces P, P′ devra faire séparément équilibre aux deux résistances opposées au mouvement de son point d'application par la courbe fixe et par la droite invariable. Les conditions de cet équilibre, exprimées analytiquement, détermineront à la fois et le rapport des deux forces P, P′, et la direction de chacune d'elles.

» Au reste, lorsque plusieurs points A, A′, A″,... sont en équilibre, sous l'action de certaines forces P, P′, P″,...; alors, pour déterminer séparément la direction de la force appliquée à l'un d'entre eux, par exemple de la force P appliquée au point A, il suffit de laisser le point A seul mobile en fixant

tous les autres. Alors, en effet, l'équation qui exprimait la liaison devient l'équation d'une surface que le point A est assujetti à décrire; et, comme, en fixant divers points, on ne peut troubler l'équilibre, on peut affirmer que la direction de la force P doit être perpendiculaire à la surface dont il s'agit. D'ailleurs, les directions des forces P, P',... étant une fois déterminées, il ne reste plus qu'à trouver le rapport de deux quelconques d'entre elles. On y parviendra, pour deux forces données P, P', appliquées aux points A et A', en joignant ces deux points, comme on vient de le dire, par une droite invariable, et en fixant, d'ailleurs, tous les autres points donnés.

» Dans les *Exercices de Mathématiques*, je ne m'étais pas borné à lier les deux points A, A' par une droite invariable; j'avais de plus fixé le milieu de cette droite : mais, comme on le voit, cette fixation, qui réduisait à deux courbes sphériques celles que les deux points étaient obligés de décrire dans un mouvement virtuel, n'est nullement nécessaire. Il y a plus : pour trouver le rapport de deux forces P, P', dont les points d'application A, A' sont assujettis à une liaison unique, il n'est pas absolument nécessaire de lier les points A, A' par une droite invariable. Il suffirait d'assujettir les deux points à ne pas s'écarter : 1° de deux courbes fixes, savoir de deux courbes correspondantes que ces points puissent décrire, en vertu de la liaison donnée, dans un mouvement virtuel quelconque; 2° d'une droite rigide et mobile sur laquelle ils pourraient glisser, cette droite étant choisie de manière à rendre obligatoire, pour les deux points, le mouvement virtuel dont il s'agit. Or, pour satisfaire à cette dernière condition, il suffit évidemment d'assujettir la droite mobile AA' à s'appuyer non-seulement sur les deux courbes fixes, mais en outre sur une troisième courbe ou directrice que l'on rendrait fixe elle-même, et qui pourrait, par exemple, renfermer constamment le milieu de la distance AA'; ou bien encore sur une surface cylindrique constamment touchée par la droite mobile. On pourrait aussi recourir à une idée dont M. Ampère s'est servi dans la démonstration qu'il a donnée du principe des vitesses virtuelles, et considérer la droite mobile comme la base d'un triangle dont le sommet, compris entre deux côtés d'une longueur invariable, serait assujetti à décrire une courbe fixe donnée. Au reste, quoiqu'on puisse assez facilement calculer le rapport des forces P, P', en supposant leurs points d'application situés sur une droite mobile et rigide, mais de longueur variable, le calcul est plus simple encore quand on se borne à lier l'un à l'autre par une droite invariable, comme nous l'avions fait d'abord.

» Il pourrait arriver que les deux points A, A', assujettis à une seule liaison, ne pussent être joints l'un à l'autre par une droite invariable, sans devenir

complétement immobiles. C'est ce qui aurait lieu, en effet, si les positions particulières des deux points étaient telles que leur distance mutuelle fût un *minimum*. Il semble que, dans ce cas, le rapport des deux forces P, P′ ne pourrait plus être fourni par la première des méthodes que nous venons d'indiquer. Toutefois, pour tirer parti de cette méthode même, il suffirait de placer les points A, A′, non plus dans les positions correspondantes au *minimum* de leur distance mutuelle, mais dans d'autres positions très-voisines, que l'on pourrait rapprocher indéfiniment des premières; ou bien encore d'altérer très-peu la liaison donnée et l'équation qui la représente, en ajoutant au premier membre de cette équation un terme que l'on pourrait rapprocher indéfiniment de zéro. Ce dernier artifice est précisément celui qu'a employé M. Poinsot pour déduire des conditions d'équilibre du levier coudé les conditions d'équilibre du levier droit.

» Il est bon d'observer que plusieurs des considérations à l'aide desquelles nous avons déterminé le rapport de deux forces, dont les points d'application se trouvent assujettis à une liaison unique, peuvent servir à démontrer immédiatement le principe des vitesses virtuelles pour divers points assujettis à diverses liaisons.

» Observons enfin que, dans le cas où l'on recherche les équations d'équilibre, pour un système de points matériels assujettis, non plus à des liaisons mathématiques, mais à des liaisons physiques on peut toujours remplacer ces liaisons par les résistances qu'elles opposent aux mouvements des divers points du système. Seulement, ces résistances se réduisent alors aux pressions exercées sur le système par les points matériels que l'on considère comme étrangers à ce système, et comme servant à former les diverses liaisons auxquelles il se trouve assujetti.

Note relative à la pression totale supportée par une surface finie dans un corps solide ou fluide.

» Dans un article que renferme le tome II de mes *Exercices*, j'ai observé que la pression exercée en un point donné d'un corps solide contre un élément de surface passant par ce point, devait être généralement non pas normale, mais oblique; et j'ai prouvé que cette pression, variable non-seulement en direction, mais aussi en grandeur, avec le plan de l'élément, pouvait aisément se déduire de trois pressions principales respectivement normales à trois plans perpendiculaires entre eux. J'ai fait voir aussi que la pression exercée contre un plan quelconque en un point donné, pouvait être facilement calculée quand on connaissait les pressions exercées contre trois

plans rectangulaires menés à volonté par le même point. Enfin j'ai donné plus tard, dans le tome III, les formules générales et très-simples qui servent à exprimer les valeurs de ces pressions dans un système de molécules, non pas comme l'avait fait M. Poisson, en adoptant une hypothèse particulière qui reproduisait, avec des pressions toujours normales et les mêmes en tous sens, les équations de mouvement données par M. Navier, mais en supposant que les molécules étaient distribuées d'une manière quelconque, et inégalement dans les divers sens, autour de chaque point. En établissant ces formules, j'avais admis, avec Poisson, que la pression exercée contre un élément de surface plane dans le système, peut être considérée comme due, à très-peu près, à l'action des molécules comprises dans un cylindre droit qui a pour base l'élément dont il s'agit. Mais il est plus exact de dire, avec M. de Saint-Venant, que, dans un système moléculaire, la pression exercée contre un élément de surface est la résultante des forces dont les directions traversent cet élément, et dont les centres sont situés d'un même côté par rapport au plan de l'élément. A la vérité, cette dernière définition, plus rigoureuse que la première, semble encore, ainsi que l'autre, laisser subsister un doute au premier abord. On est tenté de se demander si les forces diverses que l'on compose entre elles pour obtenir la pression, et que l'on peut regarder comme appliquées aux points où elles rencontrent la surface de l'élément supposé rigide, ont effectivement une résultante unique. En toute rigueur, on devrait les remplacer généralement par une force et par un couple; mais, comme l'a encore observé M. de Saint-Venant, on peut faire abstraction du couple, quand l'élément de surface est très-petit. On peut même s'assurer que, dans les cas où chaque dimension de l'élément est considérée comme une quantité infiniment petite du premier ordre, la force résultante, sensiblement proportionnelle à l'élément, est, comme celui-ci, une quantité du second ordre, et le moment du couple une quantité du quatrième ordre seulement. C'est ce que l'on reconnaît sans peine, en observant que, d'une part, l'intensité des forces du couple dépend des variations très-petites qu'éprouvent les actions moléculaires dans une étendue comparable aux dimensions de l'élément, et que, d'autre part, les points d'application des forces du couple sont séparés l'un de l'autre par une distance inférieure à la plus grande de ces dimensions. Il en résulte que le couple disparaît toujours dans la valeur générale de ce qu'on doit appeler la pression supportée par une surface en un point donné. D'ailleurs, cette valeur générale est précisément celle que j'avais obtenue dans le tome III de mes *Exercices de Mathématiques*.

» Lorsque, dans un corps solide, on cherche la pression exercée non plus contre une surface ou un élément de surface en un point donné, mais contre une surface plane ou courbe d'une étendue finie, le couple reparaît, sans qu'on puisse le négliger, du moins en général, et il donne précisément la mesure de ce qu'on nomme des *forces d'élasticité, de torsion*, etc. On peut même faire, à ce sujet, une remarque qui n'est pas sans importance. Dans plusieurs formules que renferme la *Mécanique analytique*, Lagrange introduit ce qu'il appelle le *moment d'une force d'élasticité*, et, pour trouver ce moment, il multiplie la force par la différentielle de l'angle qu'elle tend à diminuer. Il est clair que, pour obtenir le véritable sens des formules de Lagrange, on ne doit pas attribuer ici aux expressions qu'il a employées leur signification ordinaire. Une force unique appliquée à un point unique, savoir, au sommet d'un angle, ne peut en aucune manière tendre à faire varier cet angle. Mais on peut produire cet effet, soit en fixant un des côtés de cet angle, et appliquant à l'autre côté un couple de forces dont le plan soit celui de l'angle, soit en appliquant dans ce même plan deux couples différents aux deux côtés. Cela posé, les formules de Lagrange admettent une interprétation très-précise, et qu'il paraît utile de signaler. Cette interprétation, que j'ai vainement cherchée dans la *Mécanique analytique*, se déduit immédiatement du théorème que je vais énoncer :

» *Si l'on applique aux deux extrémités d'une droite rigide deux forces composant un couple, la somme des moments virtuels de ces deux forces sera, au signe près, le produit qu'on obtient quand on multiplie le moment du couple par la vitesse virtuelle de la droite mobile, cette vitesse étant mesurée dans le plan du couple.*

» En conséquence, dans la *Mécanique analytique* de Lagrange, par ces mots *force d'élasticité tendant à diminuer un angle*, on doit toujours entendre le moment d'un couple appliqué à l'un des côtés de cet angle, c'est-à-dire la surface du parallélogramme construit sur les deux forces du couple.

» Pour arriver à l'équation de la courbe élastique, Lagrange a examiné en particulier le cas où l'angle que la force d'élasticité tend à diminuer devient infiniment petit. M. Binet a donné une interprétation de la formule de Lagrange relative à ce cas, dans un Mémoire [tome X du *Journal de l'École Polytechnique*] où il a considéré la force d'élasticité comme représentant la tension d'un fil rectiligne dont les extrémités sont fixées sur les deux côtés de l'angle à des distances égales et finies du sommet. »

M. Poncelet fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de son Rapport

et Mémoire sur l'*écluse à flotteur* de M. Girard. (*Voir au Bulletin bibliographique.*)

« M. **Dufrénoy** offre à l'Académie le second volume de son *Traité de Minéralogie*, ainsi que la partie de l'atlas qui y correspond.

» Ce volume comprend la classification des minéraux, des tableaux relatifs à leurs principaux caractères; enfin, la description des espèces minérales qui constituent les quatre premières classes, savoir:

» 1°. Les corps simples formant un des principes essentiels des minéraux composés;

» 2°. Les alcalis;

» 3°. Les terres alcalines et terres;

» 4°. Les métaux. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un correspondant pour la place vacante, dans la Section de Mécanique, par suite du décès de M. *Fossombroni.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 49,

M. Séguin obtient.	36 suffrages.
M. Eytelwein.....	12
M. Venturoli......	1

M. **Séguin** aîné, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Mémoire sur le rayonnement de la chaleur; par* MM. **F. de la Provostaye** *et* **Paul Desains.** (Extrait.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans une précédente communication nous avons eu l'honneur d'entretenir l'Académie d'un certain nombre de résultats obtenus dans une longue série de recherches sur le rayonnement de la chaleur. Depuis cette époque, tout en les confirmant par de nouvelles et nombreuses expériences, nous avons spécialement porté notre attention sur les modifications que peut ap-

porter à la loi du refroidissement d'un corps un changement dans la grandeur de l'enceinte au milieu de laquelle il est placé.

» Des observations faites dans un ballon noirci de 24 centimètres de diamètre nous avaient montré qu'un thermomètre vitré s'y refroidit sous toute pression supérieure à 6 ou 7 millimètres suivant les lois que MM. Dulong et Petit ont trouvées en opérant dans un ballon de 30 centimètres (1). Il était fort à présumer dès lors qu'en augmentant encore les dimensions de ce dernier, on arriverait toujours aux mêmes résultats. Nous avons donc été conduits à prendre des enceintes de capacités décroissantes, savoir, 1° le ballon déjà cité; 2° un ballon de 15 centimètres de diamètre, et 3° une enceinte cylindrique de 6 centimètres de diamètre et de 20 centimètres de hauteur. La capacité de la première égalait environ quatre fois celle de la seconde et douze fois celle de la troisième.

» Il fallait chercher d'abord si le refroidissement d'un même thermomètre serait le même dans ces différentes enceintes. Or, voici ce que montre un simple coup d'œil jeté sur les expériences. Pour des pressions supérieures à 20 millimètres environ, les résultats obtenus dans le grand et dans le moyen ballon diffèrent peu, quel que soit l'état de la surface du thermomètre : cependant les vitesses observées dans le moyen ballon sont un peu plus faibles; elles y sont, au contraire, beaucoup plus grandes pour des pressions inférieures. Ce dernier point étant le plus important, nous allons l'établir par quelques chiffres. Pour descendre de 85°,2, notre thermomètre doré sous la pression $9^{\text{mill.}},9$, mettait,

Dans la plus grande des deux enceintes... 49′ 34″,
Dans l'autre........................ 43′ 36″.

Sous la pression $6^{\text{mm}},2$, il lui fallait, pour descendre de 70°,65,

Dans le premier cas........ 40′ 10″,
Dans le second cas......... 33′ 56″.

Dans le cylindre, le refroidissement est plus lent depuis la pression $0^{\text{m}},760$ jusqu'à la pression $0^{\text{m}},045$ environ. Pour des pressions plus faibles, il est considérablement plus rapide. Sous la pression $0^{\text{m}},215$, notre thermo-

---

(1) Nos résultats diffèrent sans doute des leurs, dans le cas où la surface du thermomètre est argentée; mais ces différences paraissent tenir uniquement à un changement qu'éprouve le pouvoir émissif des métaux quand la température s'élève. Dans tous les cas, elles sont parfaitement indépendantes des dimensions de l'enceinte.

mètre vitré mettait, à se refroidir de 90°,25,

Dans le grand ballon....... 18′ 34″,
Dans le cylindre........... 20′ 49″.

Au contraire, sous la pression 6 millimètres ce thermomètre, pour se refroidir de 96 degrés, mettait

Dans le grand ballon....... 29′ 48″,
Dans le cylindre.......... 26′ 22″.

Les rôles sont donc intervertis.

» La différence se développe beaucoup quand on emploie le thermomètre argenté. Nous nous bornerons à citer les expériences faites sous la pression 6 millimètres.

» Le temps du refroidissement pour 67°,8 est,

Dans le grand ballon. . . . . 39′28″,
Dans le cylindre. . . . . 24′47″.

» On peut donc, sous ces basses pressions, doubler ou presque doubler la vitesse du refroidissement d'un thermomètre argenté par un changement de capacité de l'enceinte qui n'atteint pas, à beaucoup près, la limite à laquelle on pourrait arriver.

» Un autre fait nous a beaucoup frappés; nous savions, par nos observations antérieures, qu'en général une légère variation dans la pression suffisait pour changer beaucoup les temps du refroidissement dans une enceinte de capacité considérable; que l'effet de l'air s'y trouvait doublé lorsqu'on portait la pression de 15 à 70 millimètres. Ainsi, pour baisser 44°,2, notre thermomètre, dans le ballon de 24 centimètres de diamètre, employait sous la pression 69 millimètres, 13′33″, et sous la pression 15 millimètres, 20′55″.

» Or, nous n'avons pas été longtemps sans nous apercevoir que dans le cylindre les temps de refroidissement de ce thermomètre demeuraient rigoureusement les mêmes sous ces deux pressions et sous les pressions intermédiaires. Pour mettre cette égalité hors de doute, nous avons eu recours au procédé suivant: Nous observions d'abord le refroidissement complet du thermomètre sous la pression $0^{m},070$, puis nous recommencions l'expérience sous cette même pression. Lorsqu'un accord soutenu pendant 10 ou 20 minutes nous avait démontré que la surface rayonnante n'avait éprouvé aucune altération, nous amenions, sans déplacer le thermomètre, la force élastique du gaz intérieur à n'être plus que 15 millimètres. La marche du

refroidissement ne se trouvait en rien altérée par ce changement. Elle restait identique à ce qu'elle avait été dans la première expérience.

» Ces observations nous ont conduits à rechercher si un fait du même genre ne se présentait pas dans les enceintes plus grandes, et nous avons constaté alors, dans le ballon de 24 centimètres de diamètre, l'identité des temps du refroidissement sous les pressions 6 millimètres et $2^{\text{mill.}},8$. Nous avons également reconnu que dans le ballon de 15 centimètres de diamètre, les temps de refroidissement demeurent à très-peu près les mêmes entre 20 et 4 millimètres environ. Ainsi, à partir d'une pression dont la valeur varie avec les dimensions relatives de l'enceinte et du thermomètre, on peut, sans rien changer à la vitesse du refroidissement, laisser rentrer ou enlever de l'air en quantité d'autant plus considérable, que la grandeur de l'enceinte est moindre. Il est donc évident que dans toute opération faite sous une des pressions comprises dans cet intervalle, en quelque sorte indifférent, on est complétement à l'abri des erreurs de lecture et même des variations de pression pendant l'expérience.

» Cette remarque peut n'être pas sans importance.

» . . . . . Au-dessous de la pression 6 millimètres, la vitesse de refroidissement dans le cylindre diminue avec une excessive rapidité; néanmoins à $2^{\text{m}},8$ elle surpasse encore beaucoup celle que l'on observe dans le grand ballon sous la même pression. Cette différence dépend-elle uniquement des graves modifications que subit dans les petites enceintes l'action refroidissante de l'air, ou bien le rayonnement lui-même est-il aussi altéré? Pour résoudre cette question, il faudrait pouvoir, dans les vitesses totales, retrouver les deux effets différents dont elles sont les sommes. Or, si le problème n'est pas sans difficulté quand la marche du phénomène sous différentes pressions est parfaitement régulière, on conçoit qu'il doit devenir presque insoluble lorsqu'elle présente une anomalie aussi considérable que celle dont nous avons signalé l'existence. Néanmoins d'une discussion attentive de nos résultats, nous croyons pouvoir conclure qu'une diminution même considérable dans la grandeur des enceintes n'altère pas d'une manière sensible le refroidissement par simple rayonnement, et de plus que l'action refroidissante de l'air varie dans toute expérience proportionnellement à une certaine puissance de l'excès de température du thermomètre et de la force élastique du gaz; mais que dans les enceintes de petites dimensions les exposants de la pression et de la température varient avec la pression, tandis que, lorsque ces dimensions deviennent très-considérables par rapport à celles du thermomètre, les deux exposants tendent vers des limites fixes 0,45 et 2,33.

» *Réchauffement.* — Nous ne connaissons sur le réchauffement qu'une seule expérience qui est due à Rumford. Ce physicien, après avoir observé les refroidissements dans l'air de deux petits vases en laiton, l'un brillant, l'autre partiellement couvert d'une toile fine, les porta l'un et l'autre dans un appartement dont la température était 17 degrés centigrades. Il observa le réchauffement depuis + 6 jusqu'à + 12 degrés. M. Biot (*Physique*, tome IV, page 624) a calculé les deux expériences et montré que le réchauffement comme le refroidissement se laisse, dans une petite étendue, représenter par la loi de Newton. Pour des températures également éloignées de la température de l'enceinte, le réchauffement lui parut plus lent que le refroidissement; mais les expériences ayant été exécutées dans des appartements différents, il lui fut impossible d'en tirer aucune conséquence. On ne pouvait évidemment espérer d'arriver à une solution qu'en embrassant une plus grande étendue de l'échelle thermométrique, et en opérant sous des pressions différentes et dans des circonstances extérieures plus identiques.

» Nous nous sommes efforcés, dans nos expériences, de remplir toutes ces conditions; et, en observant le réchauffement d'un thermomètre vitré ou métallique dans une enceinte noircie de 15 centimètres de diamètre, entretenue par de la vapeur d'eau bouillante à une température constante, nous avons reconnu :

» 1°. Que le pouvoir réchauffant de l'air varie avec la pression et la différence de température du thermomètre et de l'enceinte à très-peu près, suivant la même loi que le pouvoir refroidissant. Sa valeur dans l'enceinte où nous l'avons observée est toujours donnée par l'expression $np^c t^{1,233}$.

» 2°. Que la loi suivant laquelle se font par voie de rayonnement les échanges de chaleur entre le thermomètre et l'enceinte, peut encore se représenter par la formule

$$V = ma^\theta (a^t - 1),$$

pourvu qu'on donne à l'excès t le signe convenable, c'est-à-dire pourvu qu'on le prenne négativement. En sorte que si l'on représente par t' la valeur absolue de la différence entre la température de l'enceinte et celle du thermomètre, on aura la vitesse de réchauffement dans le vide

$$V = ma \left(\frac{a^{t'} - 1}{a^{t'}}\right).$$

En un mot, et avec la même attention à la variation possible du coefficient m, on peut dire que la loi générale du réchauffement et du refroidis-

sement dans le vide est comprise dans la formule

$$V = ma^{T} - ma^{T'}.$$

Pour le refroidissement, T représente la température du thermomètre, T′ celle de l'enceinte. Pour le réchauffement, c'est l'inverse.

» Une conséquence importante des lois que nous venons d'énoncer et des valeurs numériques que l'expérience assigne aux coefficients qui entrent dans la formule par laquelle elles se représentent, c'est que dans le vide ou dans l'air plus ou moins raréfié à même distance au-dessus ou au-dessous de la température de l'enceinte dans laquelle il est placé, un corps se refroidit ou se réchauffe avec des vitesses très-différentes. La vitesse de réchauffement est moindre que la vitesse de refroidissement.

» La différence est d'autant plus grande que la température du thermomètre s'écarte plus de celle de l'enceinte, et, comme on en pourra juger à l'inspection des tableaux suivants, nous l'avons vue s'élever déjà à un cinquième dans des expériences où l'écart ne surpassait pas 35 degrés en plus ou en moins.

THERMOMÈTRE VITRÉ.					
Refroidissement dans une enceinte à 100 degrés. Excès de température du thermomètre, 35°,35.			Réchauffement dans une enceinte à 100 degrés. Excès négatif de température du thermomètre, 35°,35.		
	mètre.	vitesse.		mètre.	vitesse.
Pression..	0,003	0,0493	Pression...	0,003	0,0389
Pression..	0,154	0,0564	Pression...	0,154	0,0450
Pression..	0,765	0,0666	Pression...	0,765	0,0548

» Enfin, une autre conséquence sur laquelle nous croyons devoir insister en terminant ce résumé de nos recherches sur le réchauffement, c'est qu'un thermomètre, placé à zéro dans une enceinte vide à 100 degrés, met à se réchauffer un temps très-différent de celui qu'il mettrait à se refroidir du même nombre de degrés, si on le plaçait à 100 degrés dans l'enceinte à 0 degré. Il est vrai qu'à l'origine, et dans le cas où le coefficient m conserverait pour le réchauffement la même valeur que pour le refroidissement, les fractions de degré perdues ou gagnées pendant un temps infiniment court seraient les mêmes, puisque la formule $V = ma^{T} - ma^{T'}$ reste la même, au signe

pres, quand on échange T en T'; mais l'égalité n'aurait lieu que pendant ce seul instant.

» *Discussion.* — Une partie des résultats consignés dans le Mémoire dont nous venons de donner un extrait, ont été obtenus par la seule comparaison des temps de refroidissement, et dès lors ils sont indépendants de toute méthode de calcul et de toute théorie. D'autres reposent, au contraire, sur des déterminations de vitesses, et leur certitude semble dépendre du degré de précision que comporte le calcul de ces dernières. On conçoit, dès lors, quelle scrupuleuse attention nous avons dû apporter à discuter toutes les corrections que doivent subir les données immédiates de l'observation. Lorsqu'un thermomètre se refroidit, le mercure qui, à chaque instant, rentre de la tige dans le réservoir, abaisse par voie de mélange la température de celui qui y est contenu, et l'on doit, pour tenir compte de cet abaissement, diminuer un peu les vitesses apparentes. A cette correction il en faudrait joindre deux autres que l'on avait jusqu'ici négligées, quoique, prises isolément, leurs influences puissent être fort notables.

» Elles tiennent à ce que la masse du mercure qui participe au refroidissement va en augmentant à mesure que la température baisse, tandis que sa capacité pour la chaleur diminue.

» Or, le but que l'on se propose est naturellement de comparer les vitesses de refroidissement d'un seul et même corps, et non pas celles de corps différents de masse et de capacités calorifiques. Il est évident que la première des deux variations sur lesquelles nous appelons ici l'attention, tend à rendre trop grandes les vitesses observées pour les hauts excès de température; la seconde, au contraire, les fait trouver trop faibles. Ne tenir compte ni de l'un ni de l'autre, c'est admettre qu'il s'établit entre leurs effets une sorte de compensation.

» L'hypothèse n'est pas rigoureuse, nous l'avons pourtant conservée dans la plupart de nos calculs, pour rendre le plus possible nos résultats comparables à ceux de MM. Dulong et Petit; mais, pour nous assurer que ces résultats sont indépendants des objections qu'on peut lui faire, nous avons successivement calculé toutes nos expériences, soit en exagérant simultanément ou isolément l'influence de toutes ces corrections, soit enfin en les négligeant complétement; et quoique ces différences dans les méthodes de calcul entraînent, comme il est facile de le concevoir, de légères modifications dans la valeur numérique des constantes de la formule qui représente l'ensemble des vitesses observées, les conséquences physiques auxquelles on se trouve conduit restent toujours les mêmes. Nous les rappellerons toutes ici.

» Nous nous étions proposé :

» 1°. De vérifier la formule générale que MM. Dulong et Petit ont donnée comme représentant le refroidissement d'un corps de conductibilité parfaite dans une enceinte de pouvoir émissif absolue, vide ou renfermant un gaz sous une pression quelconque ;

» 2°. De chercher comment cette formule doit être modifiée quand on fait varier les dimensions de l'enceinte ou l'état de sa surface ;

» 3°. D'étudier expérimentalement le réchauffement dans le vide ou dans l'air.

» On voit maintenant à quelles conclusions nous avons été amenés sur chacun de ces points.

» Comme nous l'avons déjà dit, la loi de MM. Dulong et Petit représente très-bien le refroidissement d'un thermomètre vitré ou noirci, dans une enceinte noircie de grandes dimensions.

» Lorsque la surface du thermomètre devient métallique, le coefficient m, qui en mesure le pouvoir rayonnant, varie avec la température, augmente quand elle baisse. De plus, la grandeur absolue de l'action refroidissante de l'air paraît légèrement accrue.

» Lorsqu'on diminue notablement les dimensions de l'enceinte, la loi du refroidissement se complique et change. Le changement, d'abord sensible sous les faibles pressions, s'étend peu à peu à toutes celles que l'on considère ; et l'une des manifestations les plus curieuses de cette altération de la loi, consiste en une sorte d'indépendance qui s'établit entre le pouvoir refroidissant de l'air et la pression, au moins dans certaines limites qui varient avec les dimensions relatives de l'enceinte et du thermomètre. Du reste, sous chaque pression, le pouvoir refroidissant de l'air paraît toujours varier proportionnellement à une certaine puissance de l'excès de la température du thermomètre sur celle de l'enceinte ; mais l'exposant de cette puissance varie avec la pression.

» Pour arriver à cette dernière conséquence, nous avons admis, ce que d'ailleurs nos expériences rendent très-probable, que le refroidissement par simple voie de rayonnement est indépendant de la grandeur des enceintes.

» Un changement dans le pouvoir émissif de l'enceinte ne change pas la forme de la loi du refroidissement. Seulement, à même température, la valeur numérique du coefficient m éprouve dans certains cas de grandes altérations et reste invariable dans d'autres (*voir* les *Comptes rendus*, t. XIX, p. 410) ; d'où résulte qu'à même température, le rapport des vitesses

de refroidissement dans le vide d'un même thermomètre revêtu de deux substances différentes, change avec le pouvoir émissif des enceintes où on les observe.

» La loi du réchauffement d'un thermomètre, dans l'air à une pression quelconque, ou dans le vide, peut toujours se représenter par une formule toute semblable à celle du refroidissement, pourvu, bien entendu, qu'on tienne compte du changement de signe que subit alors l'excès de température du thermomètre.

» Seulement les grandeurs absolues des constantes de la formule changent pour un même thermomètre quand on passe du refroidissement au réchauffement.

» De cette loi résulte, qu'à même distance au-dessus ou au-dessous de la température d'une enceinte, un même thermomètre se refroidit ou se réchauffe avec des vitesses très-différentes.

» Tous ces résultats sont indépendants des incertitudes qui règnent sur la véritable valeur des corrections que l'on doit faire subir aux vitesses directement observées. Ils paraissent l'être également de l'influence souvent très-notable que peut avoir la tige dans le refroidissement d'un thermomètre, et, dès lors, ils sont applicables au cas du refroidissement ou du réchauffement d'un corps absolument isolé, au milieu d'une enceinte vide ou pleine d'air sous une pression quelconque. »

MINÉRALOGIE. — *Observations sur le minerai de fer qui se forme journellement dans les marais et dans les lacs; par* M. A. DAUBRÉE. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Berthier, Becquerel, Dumas.)

« On sait que des dépôts considérables de minerai de fer, de formation extrêmement récente, s'observent dans diverses contrées basses ou marécageuses de l'Europe. Ce minerai, qui consiste principalement en hydroxyde de fer, se trouve tantôt en suspension dans les eaux de marais ou de lacs, tantôt disséminé dans des terrains sablonneux, et, dans ce dernier cas, il n'est jamais qu'à une très-faible profondeur au-dessous de la surface du sol. Selon les circonstances de son gisement, l'oxyde de fer dont il est question a reçu les différents noms de *minerai des marais*, *minerai des lacs*, *minerai des prairies*, *minerai des gazons*.

» Il n'est pas douteux que ces dépôts ferrugineux aient été formés à une époque très-récente; car non-seulement ils sont fréquemment superposés à des graviers et à des sables diluviens, mais accidentellement on rencontre

des produits de l'industrie humaine, tels que des outils ou des fragments de poterie, qui sont renfermés dans le minerai massif. D'ailleurs, en diverses localités de la Suède et de l'Allemagne, on a cru reconnaître que du minerai se reproduisait en des points où antérieurement on l'avait extrait en totalité.

» Les régions de l'Europe où le minerai des marais est particulièrement abondant, sont : la basse Lusace, la Silésie, la Pologne, la Poméranie, les plaines du Mecklembourg, le Banat, quelques contrées voisines du Rhin, entre autres la Hollande, le Danemark; dans l'empire russe, la Livonie, la Courlande, la Finlande, le gouvernement d'Olonetz et les bords du Donetz, enfin un très-grand nombre de lacs de la Suède et de la Norwége. Le même minerai a été aussi signalé hors de l'Europe, notamment dans les savanes du nord de l'Amérique, dans le Connecticut (1) et en Afrique dans les sables du Kordofan. Il est exploité dans un grand nombre de lieux pour la fabrication du fer.

» Le trait le plus essentiel à tous ces dépôts ferrugineux, c'est d'être situés dans le voisinage de cours d'eau, soit dans les plaines où ces cours d'eau prennent des vitesses très-faibles et se partagent en flaques marécageuses, soit encore dans les lacs que les rivières alimentent. La première manière d'être, qui est la plus fréquente, s'observe en Allemagne, le long de l'Oder, de l'Elbe, de la Neisse, de la Sprée, etc. Plus d'un millier de lacs de la Suède, de la Norwége, de la Finlande et du nord de la Russie fournissent des exemples de l'autre genre de dépôts.

» Lorsque ce minerai est enfoui dans le sol, il se trouve rarement au delà de 1 mètre de profondeur; du gazon, des bruyères, du sable, du limon ou très-souvent encore de la tourbe le recouvrent; rarement son épaisseur dépasse $0^m,60$ à 1 mètre, et elle est en général beaucoup moindre.

» Le minerai du fond des lacs est souvent en grains isolés, de forme sphéroïdale, à structure concentrique qui a quelquefois de la ressemblance avec le minerai pisolitique, si abondant dans la formation tertiaire; on le rencontre aussi en petits galets plats de 1 centimètre de diamètre.

» Quoique la précipitation de l'oxdye de fer continue à se faire journellement à la surface des continents avec une abondance telle qu'il en résulte des gîtes exploitables, l'histoire du phénomème n'est pas encore éclaircie. On a d'abord supposé que le minerai pouvait résulter de la décomposition

---

(1) Percival, *on Connecticut*, page 473.

de pyrites de fer si répandues dans divers terrains, sous l'influence de l'air et de l'eau; on a aussi pensé qu'il pouvait être apporté des profondeurs par des sources minérales gazeuses contenant du fer en dissolution. Depuis que les importantes découvertes de M. Ehrenberg ont montré le rôle important des organismes microscopiques dans différents terrains, et en particulier depuis que ce savant a signalé dans les marais des pellicules ocreuses en grande partie formées par l'accumulation de carapaces ferrugineuses du genre *Gaillonella*, on a supposé que ces animaux pouvaient concentrer sous forme d'amas puissants le fer disséminé dans les eaux. Mais l'observation faite il y a plusieurs années par M. Kindler (1) sur la décoloration de sables ferrugineux par le voisinage de racines d'arbres en putréfaction me paraît, d'après les nombreux faits analogues que j'ai observés dans la plaine du Rhin, être particulièrement essentielle au phénomène en question.

» Les observations consignées dans ce Mémoire sur la dissolution et la précipitation journalières de l'oxyde de fer dans la nature, et que j'ai eu occasion de faire dans la chaîne des Vosges, en Alsace et dans la Lorraine, amènent aux conclusions suivantes :

» 1°. Le peroxyde de fer, mélangé à des terrains peu cohérents qui contiennent des matières végétales en décomposition, est dissous par les eaux météoriques qui s'y infiltrent, sous l'influence de certains produits de la pourriture de ces végétaux, fait que M. Kindler avait déjà reconnu (2). La décoloration d'argiles et de sables ferrugineux par les racines des plantes en putréfaction s'observe sur de vastes étendues dans la plaine du Rhin et en Lorraine. Une racine située dans l'argile sableuse enlève le fer en général jusqu'à une distance de 1 à 5 centimètres. Si le terrain est très-perméable comme le sont les sables, cette dissolution donne plus bas naissance à de nombreuses sources ferrugineuses.

» Les roches amphiboliques et pyroxéniques, amenées à l'état terreux, et d'autres roches ferrifères, lorsqu'elles se trouvent dans les mêmes circonstances que les sables jaunes mentionnés plus haut, se comportent d'une manière semblable.

» 2°. C'est par l'action de l'acide carbonique et de l'acide crénique que le peroyde de fer, réduit, au moins en partie, à l'état de protoxyde par la présence de la matière végétale qui l'avoisine, paraît être amené à l'état de

(1) Poggendorff, *Annalen der Physik und Chemie*, tome XXXII, page 203.
(2) Poggendorff, *Annalen der Physik und Chemie*, tome XXXII, page 203.

solubilité dans l'eau. M. Berzelius avait déjà signalé comme très-probable l'intervention de l'acide crénique dans le phénomène (1).

» 3°. Partout où l'eau de ces sources coule lentement au contact de l'air, elle abandonne, particulièrement pendant l'été, une boue gélatineuse d'un brun noirâtre qui se compose principalement de protoxyde et de peroxyde de fer combinés à de l'acide carbonique, de l'acide crénique et de l'eau. L'oxyde de manganèse y manque rarement, et sa présence est probablement due aux mêmes réactions que celle de l'oxyde de fer. L'acide carbonique se dégage à mesure que le protoxyde de fer passe à l'état de peroxyde, et enfin, après que la substance a été desséchée à la température ordinaire, naturellement ou artificiellement, il n'y reste plus que des traces de cet acide.

» 4°. Si le précipité de la source a séjourné quelques jours dans la rigole de la source, il est, en outre, mélangé de beaucoup de carapaces siliceuses d'infusoires appartenant aux genres *Navicula* et *Gaillonella,* ainsi que de très-nombreux filaments d'*Oscillaires*.

» 5°. Le dépôt formé aux environs de chaque source est charrié lors des hautes eaux à un ruisseau ou à une rivière du voisinage; il en est de même de la partie de la combinaison ferrugineuse qui, n'ayant pas encore été décomposée, est restée en dissolution. Tant que ce ruisseau ou cette rivière coule rapidement, il ne dépose rien sur son lit; mais partout où la vitesse de ces cours d'eau est considérablement ralentie, surtout dans les flaques d'eau stagnante qu'ils alimentent non loin de leurs lits, l'oxyde tenu en suspension et celui qui est encore en dissolution se précipitent petit à petit; puis le dépôt s'infiltrant latéralement dans les sables va contribuer à l'accroissement de concrétions en forme de veines et de rognons, lesquelles, au bout d'un certain laps de temps, deviennent exploitables comme minerai de fer.

» 6°. Néanmoins on conçoit que la totalité de l'oxyde de fer transporté par une rivière ne peut être ainsi fixée le long de ses bords, si ce n'est peut-être dans les endroits où, par un renflement considérable, elle produit des lacs, comme en Scandinavie ou en Finlande. L'excédant se rend dans le fleuve voisin, le long duquel le même phénomène se reproduit, lorsque ce fleuve alimente des marais. Enfin une dernière fraction est versée à la mer, où cet oxyde de fer va sans doute contribuer à cimenter des dépôts incohérents, comme on l'observe dans d'anciens terrains.

» 7°. La composition chimique du dépôt des marais est analogue à celle

---

(1) Berzelius, *Jahresbericht,* XVII, page 210.

du dépôt des sources; comme ce dernier, il est mélangé de têts siliceux, d'infusoires et de débris d'oscillaires.

» Il n'y a de différence essentielle que dans la proportion d'acide phosphorique. Cet acide, qui ne se trouve que par traces dans le dépôt ocreux au moment de sa dernière précipitation, existe en quantité très-notable, souvent de 0,005 à 0,01 et au delà, dans le précipité qui a séjourné dans les marais. Il paraît donc que l'acide phosphorique des corps organisés qui vivent et meurent dans ces eaux, en raison de son affinité bien connue pour le peroxyde de fer, tend sans cesse à s'unir à cette dernière base.

» L'observation précédente s'accorde bien avec un fait depuis longtemps reconnu dans le gouvernement d'Olonetz, savoir, que le minerai qui se dépose dans les lacs est toujours moins phosphoreux que le minerai des marais (1).

» 8°. Si l'on abandonne à lui-même, sous l'eau, le dépôt des sources ou celui des marais, il se fait une fermentation des parties organiques à la suite de laquelle une faible quantité d'oxyde de fer se dissout de nouveau. Une partie de l'oxyde de fer de la liqueur est à l'état de sel organique, l'autre à l'état de carbonate. Cette réaction vient à l'appui des idées émises plus haut sur la formation des sources ferrugineuses.

» 9°. Toutes les principales circonstances du gisement habituel du minerai des marais et des lacs paraissent d'accord avec la théorie déduite des observations faites en Alsace et en Lorraine. Ainsi, on voit pourquoi le minerai de la première espèce se forme toujours à proximité des cours d'eau, dans les plaines peu inclinées qui sont situées le long des rivières ou vers leur embouchure. On reconnaît aussi pourquoi ces dépôts sont si ordinairement associés à la tourbe, dans toutes les contrées du nord de l'Europe, en Allemagne, en Hollande, en Suède, en Norwége et en Finlande. C'est qu'une eau peu profonde qui se renouvelle sans cesse, mais avec une vitesse très-faible, paraît aussi réaliser la condition la plus essentielle à la formation de la tourbe.

» 10°. Les marais où se développe le minerai de fer sont quelquefois à proximité des terrains ferrugineux dont il dérive, comme le long de la Lauter et des ruisseaux voisins, et alors la relation qui les unit est facile à saisir. Mais il n'en est pas toujours ainsi : d'après ce qui a été exposé, la combinaison ferrugineuse peut être portée à 80, 200, 400 kilomètres du point de

---

(1) *Annuaire des Mines de Russie*, 1835, p. 240.

départ. Pour ceux qui n'ont à examiner que ce dernier cas, l'origine était plus difficile à saisir. D'ailleurs le phénomène, comme beaucoup d'autres actions chimiques qui ont lieu actuellement à la surface du globe, se fait avec une extrême lenteur.

» 11°. Le mode de précipitation de l'oxyde de fer qui vient d'être exposé ne paraît pas être exclusivement restreint à l'époque actuelle. Les sables et graviers diluviens sont souvent cimentés par des veines ou des rognons ferrugineux, dont le dépôt est aujourd'hui tout à fait arrêté, et qui sont analogues au minerai des marais. Tels sont aussi peut-être différents gîtes subordonnés à des sables tertiaires, comme ceux de Courtavon (Haut-Rhin).

» Il est du reste évident qu'aujourd'hui même la nature se sert encore de procédés autres que celui qui vient d'être décrit pour former des dépôts ferrugineux. Ainsi, dans la région volcanique de l'Eifel, les sources gazeuses de la vallée de Brohl apportent le fer à l'état de bicarbonate, d'après M. Bischoff, et le déposent à la surface du sol sous forme de peroxyde mélangé de carbonate. D'autres dépôts résultent de la décomposition de la pyrite de fer en présence de l'air et de l'eau : tels paraissent être, d'après M. l'ingénieur des mines François, les amas ocreux des Pyrénées, qui sont en outre aurifères. Mais, parmi les dépôts contemporains de minerai de fer, ceux formés par l'influence de la pourriture végétale dominent beaucoup en Europe par la grande étendue qu'ils occupent. Ils sont d'ailleurs à citer comme un des chaînons variés qui lient indirectement aux êtres organisés la formation de grandes masses minérales. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Discussion d'une nouvelle série d'observations de marées faites à Akaroa (Nouvelle-Zélande). — Singularités de ces marées pour lesquelles l'action du soleil grandit avec la déclinaison, et l'action de la lune semble croître à mesure que sa distance au pôle diminue.* (Lettre de M. **Chazallon** à M. *Arago*.)

(Commission précédemment nommée.)

« Vous avez bien voulu me faire l'honneur de me transmettre, pour les discuter, une série d'observations de marées comprenant une lunaison de mars et une lunaison de juin 1844, qui vous a été envoyée de la Nouvelle-Zélande, par M. le commandant Bérard. Ces observations font suite à celles que le dépôt hydrographique de la Marine avait déjà reçues et ne pouvaient manquer de m'intéresser vivement, puisqu'elles devaient confirmer ou modifier les résultats assez singuliers que j'en avais déduits et qui vous avaient

paru mériter d'être insérés dans les *Comptes rendus* (séance du 9 décembre 1844, page 1307).

» J'avais reconnu, en discutant les marées d'Akaroa (Nouvelle-Zélande), que l'action du soleil croissait avec la déclinaison de telle sorte que le rapport de la marée lunaire à la marée solaire, au lieu d'être constant et égal à 3, comme à Brest, variait de 7 à 30. J'avais reconnu, en outre, que la marée solaire précédait la marée lunaire, et que cette dernière ne se manifestait que quarante heures après la cause qui l'engendrait. Eh bien, les nouvelles observations confirment pleinement ces conséquences, et, de plus, l'ensemble des documents tend à prouver que l'action de la lune croît à mesure que sa distance au pôle sud diminue. On pourra en juger par le tableau suivant, qui présente le résumé de mon travail, et dans lequel les déclinaisons australes sont affectées du signe —.

NOMBRE d'équations.	DÉCLINAISON de la lune.	UNITÉ LUNAIRE.		DÉCLINAISON du soleil.	UNITÉ solaire.	MOYENNE.	RAPPORT des marées.	TEMPS dont la marée solaire précède la marée lunaire.
6	16°	919 mm	" mm	22°	115 mm	135 mm	8,0	1h 4m
4	— 14	"	944	22	165		5,7	0.58
8	16	885	"	0	58	36	15,3	3. 0
8	— 15	"	950	0	15		63,0	— 2. 0
7	15	900	"	— 21	108	115	8,3	1.39
4	— 13	"	936	— 21	128		7,3	1.45
Moyenne.........		900	945	....				1.24

» On voit par ce tableau :

» 1°. Que chaque groupe d'équations fournit, pour l'unité lunaire, une valeur constamment plus grande lorsque la déclinaison est australe ;

» 2°. Que l'unité solaire est trois à quatre fois plus grande aux solstices qu'aux équinoxes.

» Quant au temps dont la marée solaire précède la marée lunaire, les équinoxes présentent de grandes discordances ; ainsi l'un des systèmes, loin de donner une avance, donne un retard de deux heures. On ne sera cepen-

dant pas étonné de cette discordance si l'on réfléchit que la tangente de cet angle horaire étant donnée par le rapport de deux nombres qui, dans le cas actuel, sont très-petits (puisque 15 millimètres forment l'hypoténuse du triangle rectangle dont ces nombres sont les côtés), il suffit d'une légère erreur d'observation pour altérer considérablement cet angle. Or, malgré l'emploi que j'ai fait de toutes les observations de la journée pour obtenir la marée semi-diurne avec une grande précision, il reste toujours un peu d'incertitude sur la détermination de cet élément, principalement lorsque les variations barométriques sont brusques, car la correction relative à la pression devient alors incertaine. (*Annuaire des marées* pour 1839, page 27.)

» Si nous avons égard au nombre d'équations qui ont fourni chaque valeur de l'avance de la marée solaire; si, de plus, nous admettons que cette valeur est d'autant plus probable que la marée solaire est plus grande, nous déduirons, du tableau précédent, $1^h 24^m$ pour le temps dont la marée solaire précède la marée lunaire.

» Afin de faire ressortir d'une manière plus frappante les différences qui existent entre les lois régissant les marées d'Akaroa et de Brest, je vais présenter un tableau de comparaison de quelques marées semi-diurnes observées dans ces deux localités, quarante heures environ après l'instant des syzygies ou des quadratures. J'ai inscrit la grandeur réelle des marées d'Akaroa; mais dans la colonne de Brest, j'ai inscrit seulement des nombres proportionnels aux marées de ce port et tels que, si les lois étaient les mêmes dans les deux localités, les nombres des deux colonnes seraient respectivement identiques.

DATES A PARIS.	MARÉES observées à Akaroa, exprimées en centimètres.		NOMBRES PROPORTIONNELS aux marées correspondantes de Brest.	
	syzygies.	quadratures.	syzygies.	quadratures.
P. Q. le 30 septembre 1843.	.....	168	.....	99
P. L. le 8 octobre.........	149	.....	215	
P. L. le 5 janvier 1844.....	171	.....	217	
D. Q. le 12 janvier........	.....	180	.....	132
D. Q. le 11 mars..........	.....	172	.....	104
N. L. le 19 mars..........	153	.....	228	
D. Q. le 9 avril...........	.....	180	.....	107
N. L. le 17 avril..........	146	.....	209	
N. L. le 6 juin...........	152	.....	191	
P. Q. le 23 juin..........	.....	175	.....	144
Somme......	771	875	1060	586
Total.......	1646		1646	

» A Brest, ainsi qu'on le sait, on voit les marées des syzygies surpasser constamment les marées des quadratures dont la somme 586 n'est guère que la moitié du nombre 1060 relatif aux syzygies. A Akaroa, l'inverse a lieu dans les cas que nous venons de considérer, et, tandis que la somme des marées des quadratures est $8^{m},75$, celle des syzygies n'est que $7^{m},71$. Ces différences d'effets sont dues principalement à la grandeur relative de la marée lunaire et confirment ce que je disais en 1838 (*Annuaire des marées* pour 1839, pages 7 et 8) : *les marées des divers ports ne sont pas proportionnelles entre elles, et chaque port a sa formule particulière.*

» Je vais maintenant exposer, en quelques mots, la manière dont je parviens à déterminer le retard des marées, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre l'instant où l'astre agit et l'instant où cette action se manifeste sur les marées d'un port. La méthode employée dans la *Mécanique céleste* suppose implicitement que l'on possède un très-grand nombre d'observations, ou que le rapport de la marée lunaire à la marée solaire n'est pas beaucoup

plus grand que *trois*. Ces conditions la rendaient donc inapplicable aux marées d'Akaroa.

» Pour fixer les idées, supposons d'abord que la fonction exprimant la loi des marées d'une localité soit déterminée; supposons, de plus, que l'on possède une série d'observations, et que le retard des marées soit la seule inconnue; pour obtenir cette dernière quantité, nous compterons le temps sur une droite prise pour axe des abscisses, nous construirons sur cet axe la courbe qui représente la fonction (et que nous nommerons *courbe théorique*), puis, au moyen des observations, nous construirons une seconde courbe que nous nommerons *courbe effective*.

» Cela posé, calquons sur un papier transparent la courbe théorique, et transportons ce calque parallèlement à lui-même, en faisant glisser l'axe des abscisses sur celui de la courbe effective; il est clair que nous parviendrons ainsi à superposer les deux courbes. La coïncidence sera parfaite, si la courbe effective a été tracée avec des observations rigoureusement exactes; cette coïncidence ne sera qu'approchée, si les observations, comme c'est le cas général, sont affectées de quelques erreurs. Dans tous les cas, le chemin parcouru par la première courbe représentera le retard des marées.

» En considérant isolément les divers arcs, ou les divers éléments des deux courbes, on voit que la détermination de la distance que doit parcourir la courbe théorique pour coïncider, le mieux possible, avec la courbe effective, est d'autant plus incertaine, que les éléments employés sont plus inclinés sur l'axe des abscisses. Les points maxima et minima sont donc les moins favorables pour déterminer le retard des marées.

» Par contre, si la fonction se trouvait multipliée par une constante, et que cette constante fût la seule inconnue, il est aisé de voir que les points maxima et minima de la courbe effective seraient, dans leur ensemble, les plus favorables pour obtenir cette constante. Ces diverses considérations m'ont conduit à faire intervenir dans les calculs, non-seulement les observations faites vers les syzygies et les quadratures, mais encore celles faites vers les octants. Ces dernières observations sont d'ailleurs nécessaires, dès qu'on admet que le retard de la marée solaire peut être différent de celui de la marée lunaire.

» Pour former mes équations, j'ai d'abord tracé graphiquement la courbe effective, puis j'ai attribué successivement au retard des marées les valeurs 0, 24, 36, 42, 48 heures, et j'ai adopté le retard qui donnait les moindres erreurs dans les diverses équations. Enfin, j'ai tracé la courbe théorique

qui en résultait, et sa superposition avec la courbe effective m'a permis ainsi de la comparer avec toutes les observations.

» Depuis 1832, j'ai souvent fait usage des constructions graphiques, et leur emploi m'a été ordinairement fort utile. C'est par leur moyen, ainsi que je l'ai expliqué dans le Mémoire présenté à l'Académie, en mars 1842, que j'ai découvert les diverses marées dont la période est environ 12 heures, 6 heures, 4 heures, 3 heures, etc., lunaires. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une exploration du cratère du Rucu-Pichincha* (République de l'Équateur). (Lettre de M. **Wisse** à M. *Regnault*.)

(Commissaires, MM. Arago, Mathieu, Regnault.)

« Quoique Quito soit fort près du Pichincha, ce sol volcanique est si tourmenté, si découpé par de profonds ravins, qu'il faut une grande journée de marche pour arriver au sommet. Je partis donc, le 14 janvier, à trois heures du soir, accompagné de mon meilleur élève, M. Garcia Moreno, pour aller coucher dans une ferme (Lloa) située dans une petite plaine au pied du volcan. Nous en partîmes le lendemain, à sept heures du matin, et nous montâmes avec nos mules jusqu'à la limite de la végétation, point où il fallut mettre pied à terre. Je laissai les bêtes aux soins de mon domestique, et nous commençâmes à grimper avec un Indien qui nous servait de guide. La pente sur laquelle nous montions est excessivement roide, et nous ne pouvions avancer qu'en décrivant des zigzags. A cela il faut ajouter que la partie supérieure du volcan est toute couverte d'une ponce menue dans laquelle on enfonce jusqu'à 2 décimètres, et il faut faire les plus grands efforts pour ne pas reculer sur ce sol mouvant plus que l'on n'a avancé. Nous nous dirigions sur un pic que nous apercevions par instants, et dont nous atteignîmes le point le plus élevé à 11 heures et demie. Grand désappointement! un brouillard des plus épais ne nous permettait pas de voir à 15 mètres.... Là, je fis bouillir l'eau, je pris la hauteur barométrique, d'où je conclus l'altitude $4775^{m},60$ de ce point....

» Notre vue commença à pénétrer dans l'intérieur du noir et terrible cratère, mais sans pouvoir en atteindre le fond. Descendons au cratère! telle fut notre exclamation; et nous voilà lancés, comme des fous, dans l'entreprise la plus téméraire, et livrés à des périls que jamais homme, peut-être, n'avait osé affronter. Il était midi. Notre guide ne voulut plus nous suivre : nous lui laissâmes nos poachos, espèce de manteaux du pays, et tout ce qui pouvait gêner notre marche. Un grand chien descendit avec nous;

mais bientôt, effrayé par les blocs de pierre qui se détachent continuellement des parois et roulent au fond du cratère avec un vacarme épouvantable, il tourna les talons et nous abandonna. Nous continuâmes notre pénible descente....

» Pendant ce temps-là, le vent chasse un peu les nuages, et nous découvrons le fond du cratère et son bord opposé. Enfin, nous nous trouvons dans un profond ravin, long, étroit, ouvert à notre gauche, et hérissé de toutes parts d'énormes masses de pierres détachées des parois. Au milieu se dessine un torrent, alors à sec.... Mon baromètre, suspendu à un gros bloc, me montre que nous avons descendu de plus de 300 mètres.

» Nous continuons notre route par la droite, et nous atteignons, par une pente assez douce, le point le plus bas de la crête qui sépare les deux cratères. Alors nous percevons plus fortement qu'auparavant l'odeur des vapeurs sulfureuses dont nous étions déterminés à découvrir la source. Nous descendons donc, à la grâce de Dieu, sans savoir où nous arriverons, et suivant un chemin de plus en plus difficile, car les parois du second cratère sont plus roides que celles du premier.... Avant d'arriver au bas, nous découvrons un monticule, ou une presqu'île, placée au milieu du cratère; nous voyons sur notre gauche des fumées que nous prenons d'abord pour des brouillards, et enfin de longues zones jaunâtres qui couvrent çà et là le sol. Il n'y a plus de doute, nous arrivons aux bouches du volcan. Nous nous dirigeons sur ces traces sulfureuses, et nous gravissons le monticule. Nous atteignons d'abord les bouches d'où la vapeur sort abondante, et avec un assez grand bruit. Là nous étions en communication directe avec le centre de la terre, peut-être avec nos antipodes de Sumatra. Nos pieds ne trouvent plus de roches solides; le sol n'est plus composé que de terre, cendre et soufre agglomérés. Çà et là je vois des crevasses et des affaissements de 20 centimètres de profondeur. Je me couche à terre, et je fourre mon bras dans une des cheminées pour recueillir des cristaux de soufre. Il m'est impossible d'enfoncer beaucoup le bras, à cause de la grande chaleur. Un thermomètre qui ne montait qu'à 60 degrés, exposé à l'orifice, arriva en un clin d'œil au haut de sa course; à 20 centimètres de l'orifice, la chaleur est supérieure à celle de l'eau bouillante. Les cristaux aciculaires sont d'une grande limpidité et tapissent entièrement les parois des cheminées. Les vapeurs, d'une odeur de soufre brûlé et d'œufs pourris, ne m'incommodaient presque pas; mon compagnon recueillait dans son mouchoir les produits de ma pêche. La bouche où je mettais le bras avait 20 centimètres de diamètre; je ne pouvais voir à plus d'un mètre de profondeur, car la cheminée se contournait en tous sens. Quatre

autres cheminées que j'examinai, présentaient le même aspect. Il y a des bouches qu'il nous fut impossible de toucher, car il nous fallait pour cela traverser un espace aussi mouvant qu'une taupinière fraîchement remuée, et notre témérité avait ses limites. Nous pûmes faire le tour de toutes les bouches en *a*, excepté du côté *b* où il y a un arrachement profond et presque vertical, et dans la crête duquel nous ont paru placées les dernières bouches du groupe *a*, groupe qui comprend environ dix orifices dispersés dans un espace à peu près circulaire de 15 mètres de diamètre. La crevasse *gh* ne manque pas de nous inquiéter : elle m'a paru une prédisposition à l'éboulement des bouches *a* dans le cratère adventif et profond *b*. La surface du sol en *a* était, en plusieurs endroits, à une température de 43 degrés. Je recueillis à la surface une espèce de scorie verte, dure, à surface semi-vitrifiée, mince, et qui n'était pas plus large que la main. Elle était éparse de tous côtés et peu abondante. Elle était le produit de quelque petite éruption fort récente, car la surface des scories n'était salie ni par des cendres ni par les vapeurs sulfureuses qui communiquent à tout leur couleur jaune.

» Les bouches de *c* sont disposées à peu près comme celles de *a*. L'entonnoir *b* est rempli de grosses pierres entre lesquelles sortent les vapeurs. Il est probable que c'est un petit cratère dû à une éruption récente, et que, depuis, il a été comblé en partie par les éboulements des parois adjacentes qui sont encore presque verticales.

» Près du cratère *b*, et vers le torrent *ttt*..., on voit plusieurs tas de gros blocs de pierre, présentant, vus à quelque distance, exactement la forme de taupinières. Nous ne pûmes monter jusqu'aux bouches *d* et *e* dont nous voyions la fumée, car déjà la nuit approchait. Nous voyions également la bouche *F* du cratère, sans pouvoir nous donner la satisfaction de le reconnaître....

» Il pleut très-fort, et nous nous réfugions en *C* dans le torrent *ttt*... pour observer le baromètre sous un gros bloc. Malheur!... Le baromètre n'est plus!... Il était quatre heures du soir....

» Ici commence le pathétique de nos aventures. La pluie et la neige tombent à torrents; en un clin d'œil, la presqu'île du cratère occidental est embrassée par deux grandes rivières; les ravins, plus commodes que le reste à grimper, nous ne pouvons les suivre, car ils sont pleins d'eau, et les nombreuses masses arrachées par la violence des eaux suivent habituellement ces ravins; l'artillerie du cratère fait de toutes parts un vacarme horrible, de gros blocs ricochent dix et vingt fois avant d'arriver au fond, en décrivant d'immenses trajectoires, et volant quelquefois par-dessus nos têtes; l'écho vient

augmenter mille fois ce redoutable tapage; les pierres auxquelles nous nous cramponnons s'arrachent, et nous coulons en bas; tout est couvert d'eau, de boue et de neige. Nos mains sont glacées, et je ne puis reconnaître la forme des objets que j'empoigne; nous mangeons de la neige pour tromper la faim, et nous nous asseyons à chaque pas pour respirer. Nous sommes en vue du cratère oriental, et nous parlons d'aller sortir par les ouvertures E; mais où serons-nous conduits?.... Je suis toujours à l'avant-garde. Je gravis un rocher de peu de consistance; arrivé au haut, le dernier effort que je fais avec le pied détache la masse: Sauvez-vous, Garcia! Si mon pauvre compagnon n'eût pu s'effacer contre un autre rocher, il était mort. Nous appelons l'Indien qui ne répond pas; sans doute, il ne peut nous entendre. Nous ne pouvons plus avancer, et nous revenons au projet de passer la nuit dans le cratère. Mais mouillés jusqu'aux os, sans vivres, il est certain que nous périssons dans la nuit; si nous voulons nous sauver, il ne faut pas laisser s'engourdir nos membres.... Laissons ici une grande lacune, et plaçons-nous au haut du cratère où nous nous trouvons à sept heures du soir. Là je mangeai deux grandes poignées de neige pour éteindre le feu qui me dévorait; j'en ai encore aujourd'hui tout le palais en lambeaux.

» Plus d'Indien; il est sans doute près des mules. Il est nuit depuis une heure, et la pluie continue à seaux. Nous nous laissons tomber sur la ponce, et, sans autre travail que celui de maintenir notre équilibre, nous arrivons au bas avec une rapidité étonnante. Nous crions, nous crions, rien; plus de guide, plus de domestique, plus de mules. Abandonnés! Nous marchons rapidement pour conserver quelque peu de chaleur; nous nous égarons, et je m'en aperçois. Alors il nous faut traverser un profond ravin pour nous rapprocher de ce que je croyais le bon chemin. Bientôt nous entendîmes aboyer des chiens, et peu après on répondit à nos cris. Nous étions sur la pente d'un grand ravin d'où nous ne serions pas sortis sans le guide qui vint à notre secours. Nous étions dans une cabane vers neuf heures, après avoir fait environ trois lieues depuis le cratère. Là nous rencontrâmes nos déserteurs, pleurant et nous croyant perdus depuis qu'ils avaient vu revenir le chien.... Le lendemain, nous retournâmes à la ferme, dont le propriétaire était fort inquiet à notre égard; puis nous rentrâmes à Quito....

» Nous avions mal choisi le moment de notre expédition; c'était vers la fin de la belle saison, mais nous ne devions pas croire que les pluies commenceraient juste le jour de notre descente....

» De tous les curieux et savants qui sont venus visiter le volcan, aucun n'est descendu au cratère. Il y a cent ans, les académiciens, après plusieurs

tentatives, ont renoncé à entrer dans l'intérieur. Il fallait peut-être que deux fous effaçassent le mot *impossible*. La hauteur de laquelle nous sommes descendus, et que nous avons remontée ensuite, est plus grande que quatre fois la plus haute pyramide d'Égypte, cinq fois la tour de Strasbourg....

» J'ai rapporté plusieurs roches du cratère, tout ce que pouvaient renfermer nos poches : trachyte porphyrique à pâte rouge et à pâte jaune, avec cristaux blancs; trachyte à base très-rouge, avec de nombreuses traces d'oxyde de fer; conglomérats de soufre, cendres et feldspath calciné; scories et soufre en cristaux. Les scories brûlent avec l'odeur de l'acide sulfureux et une belle flamme bleue, laissant un résidu pulvérulent et humide que n'attaque pas l'acide azotique. Le porphyre à base rouge me paraît être celui qui domine dans le cratère. Le cratère, brun, noir, présente un aspect horriblement beau. Grand nombre de roches ont leurs cimes effilées en pointe comme des lances; des masses hautes de 30 mètres, détachées sur trois côtés et ne tenant plus que par la racine, sont inclinées vers le centre du cratère, comme se préparant à s'y précipiter. Le second cratère se rapproche plus de la forme circulaire que le premier. Je crois le cratère occidental plus récent que l'autre, car les bouches actuelles y sont situées. Il est plus profond, ses parois sont plus roides, et la crête DDD..., effilée vers la gauche comme une lame de couteau, est arrondie vers le cratère de l'est, tandis qu'elle est droite et verticale vers le cratère de l'ouest. Le cratère oriental me paraît comblé déjà en grande partie par les éboulements qui se font encore à chaque moment. Quelle force prodigieuse il a fallu pour lancer ces masses immenses, lors de l'ouverture du cratère actuel, surtout si le cône, étant entier, avait 1000 mètres de hauteur de plus qu'aujourd'hui!

» J'ai le projet d'aller, dans la belle saison prochaine, avec mon bon élève, faire une étude complète du volcan, et d'y passer une huitaine de jours, bien approvisionné, bien muni de tout le nécessaire. Nous tenterons de résoudre les questions suivantes : 1° Lever de contour extérieur des cratères et des deux ouvertures vers l'ouest et de l'intérieur; 2° reconnaissance des bouches volcaniques actuelles; 3° mesure des hauteurs; 4° composition géologique des cratères. Ce serait un travail bien curieux, et surtout intéressant pour la ville de Quito. Le Pichincha est donc loin d'être éteint, comme le croient les Quintiniens, sur la foi des géologues qui ont examiné de loin les cratères.

» Je me propose de faire une belle collection de roches et de produits volcaniques, que j'enverrai à l'École des Mines, car là aussi j'ai reçu un accueil pour lequel je dois de la reconnaissance.

» Voici quelques données physiques que j'ai prises dans mon expédition.

15 janvier à midi.	Température de l'air libre....	$8^{\circ},10$	Crête du Pichincha en A.
	Température du baromètre...	$10^{\circ},60$	
	Hauteur corrigée du baromètre..................	$438^{mm},40$	
	Hauteur à 0 degré.........	$437^{mm},60$	
	Ébullition de l'eau à........	$85^{\circ},16$	
	Hauteur barométrique calculée pour 1 heure et à la température de $10^{\circ},6$............	$438^{mm},20$	
à 1 heure.......	Température de l'air libre...	$6^{\circ},05$	Hauteur du cratère oriental en B.
	Température du baromètre..	$8^{\circ},00$	
	Hauteur corrigée du baromètre....................	$455^{mm},80$	
Différence de hauteur calculée entre A et B =		$328^{m},80$	

» J'ai résumé sur une reconnaissance, dont vous avez le dessin, tout ce que mon crayon et mes souvenirs m'ont permis de conserver. Ce dessin comprend un plan et trois coupes transversales, le tout accompagné de légendes explicatives, qui forment un résumé facile à consulter.... »

Deux autres extraits, que l'abondance des matières ne nous permet pas d'insérer, sont relatifs, l'un à des observations des variations diurnes du baromètre, l'autre à des observations de la comète de 1845.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur une roue à aubes emboîtées dans un coursier annulaire fendu pour le passage des bras; par* M. MARY.

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Morin.)

« Forcé, par les besoins du service dont je suis chargé, d'aviser au moyen d'établir une distribution d'eau dans les parties hautes des quartiers de Chaillot et du Roule, j'ai été conduit, par les circonstances dans lesquelles je me trouvais, à imaginer un système de roue non encore essayé jusqu'ici, et dont les résultats m'ont paru dignes d'être signalés à l'Académie des Sciences, seul juge compétent de ces sortes de questions.

» *Description.* — La roue, construite aux bassins de Chaillot, est montée sur un axe horizontal; elle est formée de six palettes elliptiques adaptées à la circonférence d'un cylindre de $0^{m},12$ de longueur, et $2^{m},28$ de rayon, accompagné de deux disques annulaires plans de $0^{m},30$ de largeur, perpendiculaires à l'axe, et fixés au moyeu par six bras renforcés de nervures et

masqués par des feuilles de tôle. Pour séparer les eaux d'amont de celles d'aval, deux plaques en fonte, noyées en partie dans la maçonnerie, viennent s'appuyer sur les disques dont il a été question, et forment, dans leur partie inférieure, les lèvres d'un coursier annulaire en ciment romain calibré avec les palettes elles-mêmes qui s'y emboîtent ainsi très-exactement. Ce coursier se prolonge au delà du plan vertical mené par l'axe de la zone, d'une longueur à peu près égale à l'intervalle entre deux aubes; du côté d'amont, il s'évase en entonnoir pour faciliter l'entrée de l'eau qui en couvre ainsi l'orifice, et y pénètre comme elle ferait dans une conduite placée au fond d'un réservoir. Il résulte de cette disposition que l'eau de la retenue agit sur les palettes comme elle agirait sur le piston d'un cylindre.

» Pour diminuer la résistance de l'eau sur les aubes ou palettes, elles sont taillées en forme de proue par-dessous, et en forme de poupe par-dessus.

» La roue ne perd à peu près rien de son effet utile, pour une même chute, quand l'eau s'élève, en amont, jusqu'au point de surmonter le petit cylindre au delà duquel sont placées les aubes.

» Pour que cette roue jouisse des avantages qui lui sont propres, il faut que sa vitesse n'excède pas $1^{m},30$ par seconde.

» *Essai au frein.* — La roue qui vient d'être décrite, essayée au frein a donné 0,825, 0,75, 0,824, 0,85 pour 100; ces rendements, même le plus faible, atteignent ou dépassent les rendements les plus forts des meilleures roues connues. Je n'ose pas affirmer que ces résultats sont irréprochables, bien que les expériences aient été faites sous les yeux de M. Bellanger, professeur d'hydraulique à l'École des Ponts et Chaussées, et de quelques autres habiles ingénieurs, et que je ne me sois pas fié à mes propres calculs pour déterminer l'effet utile. C'est ce qui me fait vivement désirer que l'Académie des Sciences veuille bien nommer une Commission pour constater ce rendement d'une manière authentique. »

OPTIQUE. — *Mémoire sur quelques points de la théorie des images formées par plusieurs miroirs, avec application au dipléidoscope de* M. E. Dent; *par* M. **Secretan.**

(Renvoi à la Commission chargée de faire le Rapport sur le cadran à réflexion présenté par M. Dent, dans la séance du 24 juillet 1843.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur le calcul stigmal; par* M. **Merpaut-Duzelidest.** (Deuxième partie.)

(Commission précédemment nommée.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur des expériences tendant à faire connaître la résistance de l'air comprimé mis en mouvement dans des tuyaux; par* M. **Pecqueur.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée pour un Mémoire du même auteur sur un système de chemins de fer à air comprimé.)

M. **Grenier** adresse un supplément à ses précédentes communications sur un dispositif qu'il a imaginé pour prévenir le déraillement des véhicules marchant sur les *chemins de fer.*

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Jomard** met sous les yeux de l'Académie des tableaux d'observations météorologiques faites au Caire par M. *Perron* pendant les années 1843, 1844 et une partie de 1845. Ces observations sont renvoyées à l'examen d'une Commission composée de MM. Arago, de Gasparin et Duperrey.

CORRESPONDANCE.

M. **Jomard** adresse, au nom de l'auteur, M. **Perron**, directeur de l'École médicale d'Égypte, un *Traité de Physique* et les deux premiers volumes d'un *Traité de Chimie* écrits en arabe.

M. **Ramon de la Sagra**, correspondant de l'Académie des Sciences morales et politiques, fait hommage à l'Académie des Sciences, d'un exemplaire d'un Mémoire qu'il vient de publier en espagnol, sur la *culture de la canne et la fabrication du sucre en Andalousie* (voir au *Bulletin bibliographique*). Nous extrayons de la Lettre qui accompagne cet envoi le passage suivant :

« La canne à sucre est cultivée sur la côte de l'Andalousie depuis une époque très-reculée, antérieure à celle de la domination des Arabes; ce fut alors que les plantations et les fabriques étaient plus répandues, depuis Almeria jusqu'à Marbella, vers le détroit de Gibraltar. Dans les districts à canne, on trouve de nombreux vestiges des anciennes sucreries. Aujourd'hui, il en reste encore neuf en activité, qui élaborent annuellement 15 millions de kilogrammes de canne, sur une totalité de 25 millions qui forment la récolte. La différence entre ces deux sommes est consommée en nature dans le pays, où l'on suce la canne comme aux Antilles.

» Les neuf sucreries sont établies à Motril, Almuñecar, Mavo, Nerja, Frigiliana, Torrox, et Velez-Malaga; charmantes localités, d'un climat tropical, d'un sol riche, arrosé par les rivières qui descendent de la Sierra-Nevada, et où végètent à l'air libre le bananier, l'avocatier, le goyavier et la chirimoya.

» Dans ces contrées on cultive deux espèces de canne à sucre: la petite, appelée *créole* aux Antilles, qui était cultivée en Espagne et aux îles Baléares et Canaries bien avant la conquête, et la grande canne d'Otaïti, introduite en 1816. Toutes les deux peuvent être coupées au neuvième mois depuis la plantation, et dans le plus grand nombre des localités on obtient une récolte par année. Dans quelques endroits, un système particulier de culture rend plus avantageuse la coupe bisannuelle.

» La culture est très-soignée, et on ne trouve dans les colonies, ni des champs mieux cultivées, ni des cannes plus belles.

» Quant à leur richesse, on peut obtenir jusqu'à 77 pour 100 de vésou, de la densité de 10, 11 et 11,5 degrés de l'aréomètre de Baumé, sous la température de 17 à 20 degrés centésimaux.

» Les procédés de fabrication sont très-défectueux et semblables aux anciens procédés des colonies. Mais on exprime beaucoup mieux la canne, et même on a introduit des presses hydrauliques de la puissance de 500 000 kilogrammes qu'on emploie après l'action des moulins en fonte.

» Le produit moyen des cannes fabriquées dans les sucreries espagnoles est de 10 à 12 pour 100 en matières sucrées, qui se composent de $\frac{2}{5}$ de sucre blanc et brun, et $\frac{3}{5}$ de mélasse.

» La fabrication actuelle donne donc près de 2 millions de kilogrammes de produits sucrés, dont 400 000 kilogrammes de sucre blanc, 400 000 kilogrammes de sucre brun et le reste en mélasse.

» On va s'occuper d'étendre la culture et d'améliorer la fabrication; alors on pourra obtenir de la seule côte de l'Andalousie, sans y comprendre celle de Valence, les 25 millions de kilogrammes de sucre que consomme maintenant l'Espagne. »

M. **Amussat** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place actuellement vacante dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par suite du décès de M. Breschet.

M. **Jobert**, de Lamballe, adresse une semblable demande.

Les deux Lettres sont renvoyées à la Section de Médecine qui doit présenter, dans la prochaine séance, une liste de candidats.

ZOOLOGIE. — *Remarques sur l'organisation des Lucines; présentées à l'occasion d'un Mémoire lu par* M. Valenciennes *dans la séance du* 9 *juin* 1845. (Lettre de M. **Deshayes.**)

« Dans une des dernières séances de l'Académie, M. Valenciennes a annoncé comme nouveau un fait intéressant sur l'organisation de deux genres de Mollusques lamellibranches : les Lucines et les Corbeilles. Par une exception singulière, au lieu des quatre feuillets branchiaux qui existent dans tous les autres Mollusques acéphalés, il n'y en a que deux dans les animaux des genres en question : c'est là le fait rapporté comme nouveau par M. Valenciennes. Je viens revendiquer en faveur de Poli la priorité en ce qui concerne le genre Lucine. En effet, dès 1791, le savant napolitain, dans le tome I de son grand ouvrage des *Mollusques des Deux-Siciles*, décrivait et figurait une véritable Lucine (*Lucina lactea*, Lam.; *Tellina lactea*, Lin.), sous le nom de *Loripes*. A la page 47 de la description des Bivalves, Poli, dans les caractères de l'espèce, signale celui des branchies, en disant : *Branchiis unilobis*. Dans la description anatomique qui suit, il dit encore : *Branchiæ subtetragonæ, amplissimæ, satis crassæ, unilobæ*. Ce mot *unilobæ*, employé par Poli, est mis en opposition avec celui de *bilobæ* qu'il applique à ceux des Mollusques qui ont deux feuillets branchiaux de chaque côté.

» J'ai eu plusieurs fois occasion d'examiner l'animal de deux espèces de Lucines qui vivent dans la Méditerranée, et je me suis convaincu qu'il existe dans ces animaux deux feuillets branchiaux de chaque côté, sous l'apparence d'un seul. Pour s'en assurer, il faut détacher du corps de l'animal ses muscles adducteurs et son manteau, en prenant soin de laisser les branchies dans leur position normale. Lorsqu'elles sont ainsi dégagées, on les abaisse et l'on s'aperçoit aussitôt que les deux feuillets dont elles sont composées sont inégaux à la base; le feuillet interne est le plus court : en saisissant son bord avec quelque précaution et le soulevant doucement, on détache facilement ce feuillet de son congénère, sur lequel il est appliqué, et l'on parvient ainsi à les séparer jusqu'au bord supérieur, qui est la seule partie par laquelle ils sont réellement adhérents. Comme je le disais, ce dédoublement de la branchie se fait sans déchirure, et l'on s'aperçoit que la faible adhésion qui en réunit les deux parties résulte de la juxtaposition des lamelles garnissant leur surface, les plus saillantes venant s'interposer dans les interstices étroits des lamelles du feuillet opposé. On peut aussi opérer le dédoublement de la branchie par un autre procédé qui démontre mieux encore l'existence de deux feuillets branchiaux de chaque côté; il suffit de briser l'adhérence du

bord supérieur et de séparer les branchies jusqu'à la base, et dès lors elles se présentent dans une disposition conforme à celle des autres Lamellibranches.

» Les faits que je signale à l'attention de l'Académie ne sont pas sans intérêt pour la classification. Si, dans la réalité, il n'existait qu'une seule branchie de chaque côté dans les Lucines et les Corbeilles, il faudrait constituer, non pas seulement une famille, mais un ordre tout à fait à part dans la classe des Acéphalés, pour faire ressortir, dans la classification, l'importance de modifications aussi considérables dans l'organe de la respiration. Au contraire, en ramenant, comme je viens de le faire, les organes de la respiration chez ces animaux à la règle générale, ils peuvent rester sans difficulté dans la classification naturelle, là où les fixe l'ensemble de leurs caractères; bien plus, je ne croirais pas rompre les rapports naturels, en comprenant dans la famille où se trouveraient les Lucines et les Corbeilles, d'autres genres qui, avec deux feuillets branchiaux de chaque côté, présenteraient tous les autres caractères propres à déterminer un groupe naturel. Je n'hésiterais donc pas à comprendre dans la famille des Lucines le genre Onguline, ainsi que celui des Cyranelles, quoique dans l'un et l'autre de ces genres, les quatre feuillets branchiaux soient nettement séparés. »

Après cette communication, M. **Valenciennes** répond :

« Je connaissais, comme M. Deshayes, le passage de Poli; mais je crois que le célèbre anatomiste napolitain n'a pas mis en évidence, comme je l'ai fait, l'existence d'une seule et unique branchie de chaque côté du corps, dans un certain nombre d'Acéphales lamellibranches.

» Je reviendrai, peut-être, sur ce sujet, quand j'aurai lu de nouveau et avec moins de rapidité la Lettre de M. Deshayes. »

PHYSIQUE. — *Lettre de* M. **Palmieri** *à* M. Arago, *touchant une réclamation de* M. Linari, *contre un Rapport de* M. Melloni *relatif aux recherches de ces deux physiciens.*

« J'ai lu dans le *Compte rendu*, tome XX, page 900, l'extrait d'une Note de M. Linari par laquelle ce physicien annonce avoir obtenu, dans le mois de novembre 1844, l'étincelle *d'induction d'induction*, ou d'extra-courant avec l'appareil de Clarke. Je ne me serais pas donné la peine de réclamer la priorité d'une découverte si peu importante, si, dans le mois de septembre de la même année, je n'avais lu à l'Académie des Sciences de Naples un Mémoire où j'exposais les lois de l'extra-courant appliquées à l'appareil de

Clarke et à la batterie magnéto-électro-tellurique, et si je n'avais obtenu à la suite de ces recherches des résultats qui me semblent assez curieux.

» Le Mémoire dont je veux parler fut inséré dans le n° **17** du *Rendi conto* de l'Académie des Sciences de Naples. Quiconque voudra se donner la peine de le parcourir y trouvera nettement exprimé : 1° en quelles circonstances l'extra-courant, dans les appareils magnéto-électriques, peut produire une augmentation dans la force de l'étincelle ou de la secousse; 2° en quelles circonstances la seule augmentation de l'un des phénomènes est au détriment de l'autre; 3° et finalement dans quelles circonstances il y a disparition de tous les deux.

» Je fis également usage de spirales avec le fer et sans le fer, et je parvins à déduire quelques-uns des principes généraux qui semblent dominer ce genre de faits. Il est possible que M. Linari, se rappelant seulement quelque expérience isolée, vue chez moi lorsque nous travaillions ensemble, se soit imaginé l'avoir trouvée lui-même; car il est évident que, s'il avait des droits réels, il aurait réclamé bien avant contre mon Mémoire du mois de septembre 1844.

» Enfin, M. Linari accuse M. Melloni d'avoir voulu m'attribuer en partie une découverte que M. Linari prétend n'appartenir qu'à lui seul. Je ne comprends pas le moins du monde ce que veut dire cette singulière réclamation du physicien de Sienne, et j'espère que M. Melloni voudra bien avoir la bonté de se joindre à moi pour demander sur ce sujet des explications à M. Linari. »

PHYSIQUE. — *Remarques à l'occasion d'une réclamation de* M. Linari, *dont il a été fait mention dans le* Compte rendu *du mois de mars* 1845. (Extrait d'une Lettre de M. Melloni à M. *Arago*.)

« Je ne sais pas précisément de quelle communication entend parler M. Linari; mais, comme je ne m'étais occupé de ses recherches et de celles de M. Palmieri que deux fois seulement, lorsqu'il écrivait à l'Académie, sa réclamation doit nécessairement se rapporter à l'un ou à l'autre des Rapports que l'Académie royale de Naples me chargea de lui faire à l'occasion des recherches susdites. Or, un simple coup d'œil jeté sur mes deux Rapports suffit pour montrer que M. Linari réclame à tort contre moi (1). En effet, la Com-

(1) Les extraits de ces Rapports ont été communiqués à l'Académie et insérés dans ses *Comptes rendus*, tome XVI, page 1442, et tome XVIII, page 762.

mission dont j'étais le rapporteur n'a cité aucun des travaux qui ont précédé ces deux communications de MM. Palmieri et Linari, car *elle était uniquement chargée de constater les faits nouveaux annoncés dans leurs Notes, savoir : la décomposition de l'eau, la secousse et l'étincelle électrique obtenues au moyen des courants d'induction terrestre;* et, comme ces trois expériences avaient été présentées aux noms réunis de MM. Linari et Palmieri, *la Commission devait, en toute justice, partager également entre les deux auteurs le mérite quelconque qui pouvait résulter de ces nouvelles observations.* Quelle est donc la DÉCOUVERTE que M. Linari *réclame exclusivement pour lui,* et que j'aurais eu, en conséquence, le plus grand tort *d'attribuer en partie* à M. Palmieri? J'ai beau relire attentivement mes deux écrits, je ne trouve pas un seul mot qui puisse justifier l'étrange réclamation de M. Linari.

» Au reste, M. Palmieri ayant présenté dernièrement à l'Académie royale de Naples des expériences analogues à celles qu'il avait déjà faites en compagnie de M. Linari, et d'autres réclamations s'étant élevées ici sur des priorités de *découvertes* et d'*inventions,* qui n'ont pas plus de fondement, selon moi, que celle de M. Linari, j'ai cru convenable de résumer en quelques mots l'histoire des courants d'induction terrestre, dans le Rapport que je viens de lire à l'Académie royale de Naples (séance du 3 juin 1845) sur les derniers travaux de M. Palmieri. J'ai l'honneur de vous adresser une traduction de cet essai historique, en vous priant de vouloir bien le communiquer aux personnes qui prennent intérêt à ces sortes de questions (1). »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Remarques relatives à un Mémoire récent de* M. Pouillet *sur des appareils destinés à mesurer la vitesse des projectiles.* (Lettre de M. **Jacobi** à M. *Arago.*)

« Un article du *Compte rendu,* tome XIX, page 1384, me donne lieu à une réclamation que je vous prie de vouloir bien présenter à l'Académie. Cette réclamation a trait au moyen qu'a employé M. Pouillet pour connaître l'effet qu'exerce sur l'aiguille aimantée un courant galvanique de très-petite durée. Dans la séance de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg du 31 janvier 1838 (voir *Bulletin scientifique,* t. III, p. 333), M. le Secrétaire perpétuel présenta à l'Académie une Lettre que je lui avais adressée et dans laquelle j'avais décrit mes expériences, faites à Dorpat l'an 1836 ou 1837,

---

(1) La traduction de ce Rapport, trop longue pour trouver place ici, paraîtra dans les *Annales de Chimie et de Physique.*

pour connaître la limite de la vitesse avec laquelle l'électricité se développe dans les conducteurs. Le moyen dont je m'étais servi alors pour obtenir un courant dont la durée ne fût que de $\frac{1}{9000}$ de seconde était le même, à quelques différences de construction près, que celui que M. Pouillet a employé récemment. N'ayant pas eu alors à ma disposition un galvanomètre assez sensible, et ayant calculé qu'un courant faible et de petite durée pourrait bien traverser le fil conducteur sans que le mouvement imprimé à l'aiguille fût appréciable, je me suis contenté de l'apparition de l'étincelle pour constater l'existence du courant. Le résultat de mes expériences fut que la vitesse de l'électricité voltaïque n'est pas moindre de 1 260 000 pieds par seconde. Néanmoins, la limite de cette vitesse n'a pas encore été atteinte par mes expériences.

» Il y a environ deux ans que je me suis servi, pour des essais télégraphiques, d'un appareil d'une construction particulière, que j'appelle télégraphe acoustique à cause du son continu qui s'y produit par des courants interrompus jusqu'à cent cinquante à deux cents fois par seconde. Ce télégraphe transmettant ce son à une distance de 25 kilomètres ou à travers un circuit d'à peu près 50 kilomètres (50 verstes), on peut conclure, conformément aux vues adoptées généralement, que la vitesse de l'électricité n'est pas moins de 7 500 ou 10 000 kilomètres par seconde, ou, si l'on veut, de 20 000 kilomètres, vu que le courant se forme et disparaît deux cents fois par seconde, comme je l'ai annoncé dans un discours public tenu au commencement de l'année derrière et imprimé dans le *Recueil des actes de l'Académie*. Ce dernier mode d'expérimentation pourra servir en même temps pour décider cette question : la limite de la vitesse dépend-elle de la longueur absolue du conducteur ou seulement de sa résistance ?

» Pour éviter tout malentendu, j'ajoute que ma réclamation ne se rapporte aucunement à l'application que M. Pouillet propose de faire du galvanomètre considéré comme pendule balistique, pour mesurer des intervalles de temps extrêmement courts, etc. Je ne puis m'empêcher de faire remarquer que cette proposition, quelque spirituelle qu'elle soit, ne pourra pas lutter avantageusement avec l'ingénieux appareil électrobalistique de notre savant officier d'artillerie M. Constantinoff. »

M. **Arago** fait remarquer que la dernière phrase de la Lettre de M. Jacobi, confirme parfaitement ce que M. Breguet avait dit de ses rapports avec M. le capitaine Constantinoff. Toute discussion de priorité sur l'idée première de l'appareil destiné à mesurer la vitesse des projectiles, ne pourra donc plus avoir lieu désormais qu'entre M. le capitaine russe et M. Wheatstone.

PHOTOGRAPHIE. — *Note sur le daguerréotype panoramique; par* M. **Martens.**

« Ce qui caractérise le nouveau perfectionnement apporté au daguerréotype, c'est qu'il permet de faire, avec un objectif très-médiocre pour les dimensions et la qualité, des épreuves d'une grande étendue longitudinale et d'une netteté exquise. Ainsi, avec un objectif d'une bonté ordinaire, on obtient des vues de 38 centimètres de long sur 12 de large, parfaitement nettes sur toute cette surface et embrassant un angle visuel de plus de 150 degrés.

» Le procédé par lequel on arrive à ce résultat consiste essentiellement :

» 1°. Dans un mouvement horizontal donné à l'objectif et qui lui fait parcourir successivement tous les points de l'horizon;

» 2°. Dans la courbure cylindrique que la feuille de plaqué est forcée de prendre au moyen d'arrêts que l'on dispose à volonté : on amène ainsi les foyers des objets les plus inégalement distants à la surface de la plaque métallique ;

» 3°. La netteté remarquable des épreuves est due, en outre, à une fente étroite verticale, ménagée au fond d'une espèce de boîte qui suit l'objectif dans son mouvement. Cette fente, qui joue le rôle d'un diaphragme que l'on placerait en arrière, ne laisse agir sur la couche sensible que les rayons centraux, c'est-à-dire ceux qui n'ont aucune aberration appréciable.

» Il est essentiel que la position de l'axe de rotation de l'objectif soit déterminée avec une exactitude parfaite. Sans cela, les images des objets vers lesquels l'appareil se dirige successivement, avant de s'éteindre et de faire place à celles qui leur succèdent, se meuvent sur le verre dépoli et par conséquent aussi sur la plaque. Toute netteté est alors impossible.

» On obtient la position convenable de l'axe par rapport à l'objectif en enfonçant plus ou moins le tube qui porte celui-ci, jusqu'à ce que la condition d'immobilité des images soit parfaitement remplie. »

Cette communication était accompagnée de vues remarquablement nettes, exécutées dans les ateliers de M. Lerebours.

MÉTÉOROLOGIE. — M. **Arago** donne, d'après une Lettre qui lui a été adressée par M. *Walckenaer*, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, quelques détails sur un météore lumineux observé à Villeneuve-Saint-Georges (Seine-et-Oise), dans la soirée du 13 juin.

Ce météore s'est montré à 10 heures et demie du soir et a traversé le ciel du nord-nord-est au sud-sud-est. Il brillait d'une lumière rouge qui a pris une

teinte pourprée lorsque, vers la fin de sa course, il est arrivé dans une région du ciel où se trouvaient des nuages qui ne le dérobaient pas cependant complétement à la vue. A ce moment, sa forme était orbiculaire, et son diamètre apparent semblait plus grand que celui de la lune; dans la première partie de son trajet il donnait plutôt l'idée d'un corps cylindrique et semblait moins volumineux. Le temps pendant lequel il est demeuré visible n'a pas été exactement mesuré, mais a semblé plus long que ne l'est d'ordinaire celui des grands météores ignés.

M. Walckenaer, dans la même Lettre, rappelle l'observation qu'il avait faite à Villeneuve-Saint-Georges, au mois de juin 1843, d'un cas de foudre en globe.

GÉOGRAPHIE. — M. **Acosta**, agent diplomatique et commercial de la république de Bolivia, adresse une Note sur une entreprise qui va se faire, aux frais de cet État, et en exécution d'un article de la constitution donnée en 1843 par le général *Ballivian*, son président actuel, pour l'*exploration du fleuve des Amazones*, dans le but de rendre navigable la partie supérieure de cet immense cours d'eau.

« D'après les renseignements que l'on possède actuellement sur les affluents principaux du fleuve, les obstacles qui s'opposent à la libre circulation des bâtiments ne paraissent, dit M. Acosta, rien moins qu'insurmontables. Quant à la partie inférieure, elle est, de même que la partie moyenne, complétement libre, et l'on peut naviguer, comme en plein Océan, depuis l'embouchure des Amazones jusqu'à 200 myriamètres dans les terres. C'est sur le Rio-Madeiras, dans une étendue de 24 myriamètres seulement, que se trouvent placées ces barrières naturelles aux cours des eaux : on en compte dix-sept; au-dessus et au-dessous de chacune d'elles, la navigation est régulière et facile. Les masses rocheuses qui les forment n'opposent d'obstacles sérieux au parcours libre que dans trois points : ailleurs les inégalités du lit de la rivière ne font que troubler le cours des eaux; elles coulent en larges nappes à travers des blocs de rochers sous forme de lames rapides, et l'Indien qui ne peut, à force de rames, en vaincre le cours, aborde le rivage et traîne sa pirogue par terre jusqu'au-dessus de l'obstacle.

» Ces *cacheiras*, comme on les appelle dans le pays, sont la continuation évidente du pied des Sierras de Matto-Grosso qui s'élèvent à l'orient de la rivière; et tandis que de ce côté son cours est limité par le flanc des montagnes, c'est à peine si, sur la rive opposée, on distingue les inégalités qui marquent

la naissance des monts, et l'œil ne découvre que l'horizon immense des plaines les plus étendues.

» Il ne s'agirait donc que d'établir de ce côté un système d'écluses ou de petits canaux latéraux pour tourner chacune des difficultés dont on ne pourrait faire justice par un travail plus facile; mais, à supposer que cette entreprise nécessitât des efforts au-dessus de mes prévisions, y a-t-il encore là rien de comparable à la section de la chaîne rocheuse des Andes à travers Panama, entreprise digne des Titans? Voilà quel est le projet de mon gouvernement; une fois accompli, nous ne sommes plus distants de l'Europe que de 880 myriamètres. La voie est droite, tandis que le trajet détourné par le cap Horn comporte 1600 myriamètres, sans compter les bordées que sont obligés de courir les vaisseaux pour saisir le vent en pleine mer. De ce simple fait, ressort l'importance de notre tentative. Pour l'accomplir, une flotte composée de cinq bâtiments à vapeur, variés en force depuis 6 jusqu'à 130 chevaux, est à l'ancre dans le port de Glascow, et attend avec impatience le signal du départ; déjà j'ai envoyé en Bolivie plusieurs ingénieurs français et un enseigne de vaisseau qui était attaché à l'amiral Du Petit-Thouars; à leur arrivée, et après avoir pris les instructions nécessaires, ils doivent descendre le Rio-Beni, étudier son cours, et venir à notre rencontre jusqu'aux cataractes; et là, nous aviserons ensemble aux moyens de tourner les difficultés du passage; nous nous livrerons à cet examen sévère qui est le préliminaire indispensable de tout travail sérieux. »

M. Acosta, en terminant sa Note, exprime l'espoir de voir l'Académie seconder, par ses conseils, cette entreprise, qui, bien que tentée dans un but d'utilité commerciale, pourrait rendre de grands services à la science; le gouvernement bolivien serait empressé de faciliter toutes les recherches destinées à étendre les connaissances en géographie, en météorologie, en histoire naturelle, etc.

Conformément à la demande de M. Acosta, l'Académie charge une Commission de rédiger des Instructions à l'usage des membres de l'expédition déjà désignés ou des savants qui pourraient leur être adjoints. Cette Commission se compose de MM. Arago, Roussin, Élie de Beaumont, Isid. Geoffroy, de Gasparin, Richard et Duperrey.

M. Coche adresse une Note sur la *tuyère des locomotives*.

L'auteur pense que l'on pourrait arriver à des résultats utiles en suivant un procédé dans lequel le tirage de la tuyère des locomotives serait déterminé à l'aide d'une portion de vapeur empruntée directement à la chaudière.

ASTRONOMIE. — *Sur la comète de* M. Colla. (Extrait d'une Lettre de M. QUETELET à M. *Arago*.)

« Je vous envoie nos observations de la comète actuellement visible, avec les premiers éléments approchés, que vient de me remettre M. Houzeau. Ces observations ont pu être faites aux instruments méridiens pendant les nuits des 10, 11 et 12 de ce mois. J'espérais pouvoir y joindre les résultats de cette nuit; mais un orage a éclaté et a rendu les observations impossibles.

» Les passages de la comète à la lunette méridienne ont été observés successivement par MM. Bouvy, Liagre et moi; les déclinaisons ont été prises au cercle mural par M. Houzeau.

1845, temps moyen de Bruxelles.		Ascensions droites observées.	Déclinaisons observées.
Juin...	$10^j\ 12^h\ 43^m 48^s,1$	$90^\circ\ 9'\ 34''$	$+45^\circ\ 14'\ 15''$
Juin...	11.12.58.17,2	95. 1.36	44.42.25
Juin...	12.13.13.11,1	99.29.47	43.56.11

» Les éléments approximatifs sont :

Époque du passage au périhélie, 1845, juin. . .	$4^j,83691$
Longitude du périhélie.	$262^\circ\ 35'\ 45''$
Longitude du nœud ascendant.	335.36.20
Inclinaison.	48.25.23
Distance périhélie.	0,389705
Sens du mouvement.	Rétrograde.

ASTRONOMIE. — *Extrait d'une Lettre de* M. SCHUMACHER *à* M. Arago, *concernant le même astre.*

« Cette comète a un noyau bien défini et elle supporte fort bien l'illumination dans le champ du cercle méridien. Malheureusement, mon observatoire n'a pas l'horizon libre du côté du nord, et je suis obligé de laisser les observations au méridien à M. Rümker. M. Rümker l'a observée le 9 au méridien dans la culmination inférieure.

Juin 9. $12^h 26^m 44^s,7$ t. m. d'Hamb. Asc. dr. $84^\circ 52' 57'',04$. Déclin. boréale, $45^\circ 28' 10'',1$.

» M. Petersen l'a observée la nuit passée au micromètre circulaire, mais les observations ne sont pas encore réduites. Voilà pour le moment un à peu près, sauf à vous envoyer l'observation réduite.

Juin 10. $13^h 35^m$ t. m. d'Altona. Asc. dr. $90^\circ 8',7$. Déclin. boréale, $45^\circ\ 10',5$.

» M. Encke m'a envoyé

Temps moyen de Berlin.			
Juin 7. $10^h\ 4^m 42^s,5$	Asc. dr. $4^h 54^m 5^s,42$.	Décl. $+44^\circ 46' 45'',6$	Moy. de 5 compar. avec une étoile de Bessel.
11.21. 2,0	4.55.14,55	44.48.52,5	Moy. de 5 compar. avec une étoile de Bessel.
11.50.56,9	4.55.42,14	44.49.46,5	Cercle méridien.

ASTRONOMIE. — *Observations de la même comète, faites à l'Observatoire de Modène, par M.* **Bianchi**, *et communiquées par M.* **Colla**.

1845.	Temps moyen de Modène.	Ascens. dr. appar. de la comète.	Décl. bor. app. de la comète.
6 juin....	$14^h 24^m 31^s,5$	$69^\circ\ 5'\ 10'',8$	$44^\circ\ 5'\ 8'',4$
7 juin....	14.56. 9,2	74.33.56,8	44.51.34,4
8 juin....	9.19.34,3	78.36.12,9	46.20.56,4

PHYSIQUE. — *Extrait d'une Lettre de M.* **Wartmann**, *concernant la recherche des interférences électriques.*

« ... Je saisis cette occasion pour vous prier de communiquer à l'Académie le résultat suivant, qui peut ne pas être sans quelque importance pour la théorie de l'électricité. J'ai cherché directement si cet agent impondérable a la propriété de présenter des phénomènes d'interférence analogues à ceux du son, de la lumière et du calorique. Dans ce but j'ai employé trois méthodes distinctes : celle des *courants induits* dans un fil placé symétriquement entre deux fils semblables à travers lesquels on lance en même temps des courants inégaux de même sens ou de sens contraire; celle des *courants directs et continus* obligés de parcourir simultanément un même fil et qu'on fait varier par degrés infiniment petits depuis l'égalité jusqu'à une inégalité extrême; enfin, celle des *dérivations* exercées de trois manières diverses sur un même courant constant. Elles ont toutes conduit à reconnaître *qu'il n'y a pas d'interférences produites, même dans les circonstances les plus favorables.* J'ai répété quelques-unes de mes expériences devant la Société des sciences naturelles de Lausanne, assemblée le 19 mars dernier, et j'ai aussi communiquer à la Société de physique de Genève, dans sa séance du 17 avril, mon Mémoire qui ne tardera pas à paraître dans les *Archives de l'Électricité.* »

PHYSIQUE. — M. **Artur** envoie une seconde copie d'une Note qu'il avait adressée pour l'avant-dernière séance, et qui n'était pas parvenue à temps à sa destination.

Cette Note contient les résultats des expériences faites par l'auteur, dans le but de comparer les effets que le *rayonnement d'un corps solide* produit sur le cylindre d'un thermomètre, en se plaçant dans diverses circonstances :

1°. Lorsque le rayonnement du corps chaud placé dans l'atmosphère n'a que l'air à traverser pour échauffer le cylindre du thermomètre;

2°. Lorsque le rayonnement doit se faire à travers un liquide, l'eau;

3°. Lorsque ce rayonnement doit se réfléchir sur l'eau.

M. Artur varie ainsi les circonstances de l'expérience, afin d'en déduire des conséquences utiles, relativement aux phénomènes que présentent les liquides froids au contact des solides chauds.

CHIMIE AGRICOLE. — MM. **Fleury** et **Lalesque** adressent divers spécimens d'une substance végéto-minérale, connue dans les départements de la Gironde et des Landes sous la dénomination d'*Alios*, substance qui forme le sous-sol de toute la partie occidentale de ces deux départements.

Jusqu'à présent, l'alios avait été considéré comme un sable siliceux uni par un ciment à base de fer, et on lui attribuait la stérilité des terrains qui le recèlent. Les recherches qu'ont entreprises MM. Fleury et Lalesque tendent à y faire voir un composé de silice et d'une substance qui a tous les caractères de l'ulmine, moins sa solubilité dans l'alcool.

Dans la Lettre qui accompagne cet envoi, les auteurs annoncent l'intention de soumettre prochainement au jugement de l'Académie un travail étendu sur l'alios, considéré sous les rapports de la géologie, de l'économie rurale et de l'hygiène publique.

M. **Pillot**, en transmettant un *échantillon de pyrite qui offre l'empreinte d'une portion de test d'un Echinoderme* de l'*Ananchites ovata*, Lam., présente quelques considérations sur les données que peut fournir une pareille pièce, tant au point de vue géologique qu'au point de vue paléontologique.

M. **Delezenne** soumet au jugement de l'Académie une Note sur un instrument nouveau, qu'il nomme *cerceau électrique*. Cette Note n'étant pas suffisamment développée pour que le jeu de l'appareil soit bien compris, on attendra, avant de la renvoyer à l'examen d'une Commission, que l'auteur ait donné de plus amples renseignements.

M. **Bald** présente une Note écrite en anglais sur les travaux exécutés dans les six dernières années pour l'*amélioration de la navigation dans la rivière de la Clyde*.

M. **Delarue** envoie, de Dijon, le tableau des *observations météorologiques* faites dans cette ville, pendant le mois de mai 1845.

M. **Chodruc de Crazannes** transmet un numéro du journal qui se publie à Castel-Sarrasin (Tarn-et-Garonne), numéro qui contient un extrait des délibérations du Conseil municipal de Beaumont, relativement à un monument qui doit être élevé, par souscription, à la mémoire de *Fermat*. L'Académie des Sciences est invitée à s'associer à l'hommage que s'apprêtent à rendre à l'illustre mathématicien les habitants de Beaumont, sa ville natale.

M. **Espiard de Colonge**, attaché à la légation de France en Bavière, fait hommage à l'Académie d'un opuscule qu'il vient de publier à Munich, sur un *moyen de transporter, avec une vitesse de cent lieues à l'heure, les corps qui ne dépassent pas un certain poids, et en particulier les lettres.* (Voir au *Bulletin bibliographique.*)

MM. **Bernard** et **Barreswil** déposent un *paquet cacheté*.

COMITÉ SECRET.

M. **Magendie** propose, au nom de la Section de Médecine et de Chirurgie, de déclarer qu'il y a lieu de procéder à la nomination d'un nouveau membre pour la place vacante dans cette Section, par suite du décès de M. *Breschet*.

L'Académie, consultée par voie de scrutin sur cette question, se prononce pour l'affirmative.

En conséquence, dans la prochaine séance, la Section présentera une liste de candidats. MM. les membres en seront prévenus par billets à domicile.

La séance est levée à 5 heures et demie. A.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Note sur un moyen de faciliter les expériences de polarisation rotatoire; par* M. **Soleil** (1).

(Commission nommée pour une précédente communication de l'auteur.)

« Les expériences de polarisation rotatoire offrent certaines difficultés,

(1) La Note de M. Soleil appartenait à la Correspondance de la séance du 9 juin 1845. Une circonstance dont il serait inutile de faire mention ici, ne me permit pas d'insérer cet article dans le n° 23 du *Compte rendu*. (A.)

inhérentes aux moyens d'observation, et auxquelles on ne parvient pas toujours à se soustraire, soit parce que l'on ne possède pas cette dextérité et cette habitude qui ne s'acquièrent que par un long exercice, soit à raison de l'impossibilité où l'on se trouve de réaliser toutes les précautions voulues pour donner aux résultats l'exactitude que comporte aujourd'hui ce genre de recherches.

» On sait que la position du plan de polarisation se détermine en observant celle du prisme analyseur à laquelle répond le minimum d'intensité de l'image extraordinaire. Mais, comme il n'est rien moins que facile d'obtenir une image simple parfaitement homogène, on n'arrive jamais à une extinction rigoureusement complète.

» Dans ses belles recherches sur la rotation du quartz, M. Biot a employé un verre coloré, qui ne laisse passer que les rayons rouges extrêmes du spectre. Or, il importe de remarquer, d'une part, que le moment de l'extinction de l'image extraordinaire n'est pas instantané, ou, si l'on veut, que la disparition de cette image persiste dans une certaine étendue d'arc, et, de l'autre, que l'étendue de cet arc est puissamment influencée par les variations d'intensité de la lumière atmosphérique incidente. M. Biot, qui a signalé ces causes d'incertitude, a noté que l'amplitude totale des limites absolues de disparition et de réapparition de l'image pouvait varier de 4 à 30 degrés. Cette variabilité ne peut manquer d'être aussi subordonnée à la sensibilité de l'œil de chaque observateur en particulier. De là, l'importance des préceptes donnés par le savant physicien dont nous venons de parler. On devra, d'après lui, se soustraire complétement à l'accès de toute lumière autre que celle qui traverse les appareils. De plus, on fixera le zéro de l'instrument en déterminant, par des essais répétés quinze ou vingt fois, les limites de visibilité de l'image extraordinaire. La moyenne de tous ces essais donnera la vraie position du zéro, à une petite fraction près. Il est vrai de dire que cette fixation une fois faite n'a plus besoin que d'être vérifiée de temps à autre. Mais, pour les déviations, on appliquera le même mode de détermination à chaque mesure en particulier, et M. Biot conseille de recommencer les essais jusqu'à vingt et même trente fois, suivant le besoin.

» Comme à chaque essai on doit rendre la lumière pour lire sur le cercle divisé le point où l'on s'est arrêté, l'œil de l'observateur passe par des alternatives de lumière et d'obscurité, qui, pour quelques personnes, ne laissent pas de causer de la fatigue.

» M. Biot, afin de rendre les recherches moins longues et moins pénibles, a indiqué pour l'étude des liquides doués du pouvoir rotatoire, les propriétés

précieuses dont jouit la teinte d'un bleu violet qui, par le moindre déplacement du prisme analyseur, passe rapidement au rouge sombre ou au bleu pur. De là, le nom de *teinte de passage* qui lui a été assigné. L'observation de cette teinte permet de se borner à un seul essai, et telle en est la sensibilité, que M. Biot s'en est servi pour mesurer la rotation dans des liquides qui semblaient inactifs quand on avait recours à l'emploi du verre rouge. Malheureusement, il n'est plus possible de s'en servir quand l'amplitude des déviations excède notablement une demi-circonférence; les caractères en deviennent moins précis. De plus, si les liquides sur lesquels on opère sont colorés, cette teinte de passage est altérée dans sa nuance et ne guide plus l'observateur d'une manière aussi sûre. Enfin, les divers expérimentateurs ne l'arrêtent pas toujours au même point : pour les uns, elle se montre tirant sur le bleu, et pour les autres, vers le rouge.

» Sans doute, et les belles expériences de M. Biot le prouvent, on peut, malgré ces causes d'incertitude, arriver à des résultats d'une grande précision. Néanmoins, il m'a semblé utile de soumettre au jugement de l'Académie un procédé plus simple, à l'aide duquel on peut prendre du premier coup le zéro d'un appareil de polarisation et mesurer les déviations opérées par le quartz ou les liquides, même quand ils sont colorés, sans qu'il soit même nécessaire de se placer dans l'obscurité.

» Ce procédé consiste à interposer sur le trajet du rayon polarisé un système composé de deux plaques d'égale épaisseur de quartz perpendiculaire, accolées l'une à côté de l'autre. L'une de ces plaques est *lévogyre*, et l'autre, *dextrogyre*.

» Elles offrent la même nuance quand le plan de la section principale du prisme biréfringent coïncide avec celui d'incidence. Mais, pour peu qu'on s'écarte de cette coïncidence dans un sens ou dans l'autre, cette similitude de coloration n'a plus lieu. Si la rotation de l'analyseur s'est faite vers la droite, la plaque dextrogyre monte vers une couleur d'un ordre supérieur, tandis que la plaque lévogyre descend : le mouvement étant égal de part et d'autre, mais en sens inverse, il en résulte que la différence est double.

» Maintenant, pour étudier la rotation des corps solides ou liquides, on les interpose entre la plaque composée et l'analyseur. A l'aide de ce procédé, j'ai pu facilement apprécier l'effet de lames de quartz assez minces pour être aussi flexibles que du mica.

» Comme il s'agit ici de rétablir, par le mouvement de l'analyseur, l'identité de teinte entre deux lames juxtaposées et que l'on observe simultanément, on comprend bien que la sensibilité de l'œil de l'observateur, l'inten-

sité de la lumière incidente et la coloration du corps solide ou liquide dont on étudie le pouvoir rotatoire, soient tout à fait sans influence sur le résultat.

» J'ai vérifié ces propositions en soumettant mon appareil à l'examen d'un grand nombre de personnes, en opérant dans les conditions les plus variées d'éclairement, et, enfin, en interposant des verres colorés.

» Dans une prochaine communication, je présenterai à l'Académie un procédé fondé sur la compensation des lames de rotation contraire, à l'aide duquel on peut étudier les plaques de quartz d'une épaisseur quelconque en les ramenant toujours à donner des teintes du premier ordre. »

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 24; in-4°.

Traité de Minéralogie; par M. DUFRÉNOY; tome II; in-8°; et tome IV, 1re partie; atlas in-8°.

Rapport et Mémoire sur le nouveau système d'Écluse à flotteur de M. D. GIRARD; *par* M. PONCELET, avec une planche gravée; in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome X, nos 17 et 18; 15 et 30 juin 1845; in-8°.

Mémorial de l'Artillerie, ou Recueil de Mémoires, expériences, observations et procédés relatifs au service de l'Artillerie; rédigé par les soins du Comité, avec l'approbation du MINISTRE DE LA GUERRE; n° VI; in-8°, et atlas in-4°.

Entérotomie; par M. AMUSSAT; 1 vol. in-8°.

De l'introduction de l'Air dans les Veines; par le même; 1 vol. in-8°.

Mémoires de Chirurgie; par le même; 1 vol. in-8°.

Maladies de l'Utérus; par le même; 1 vol. in-8°.

Note sur les travaux scientifiques de M. AMUSSAT; brochure in-4°.

Notice analytique des travaux de M. JOBERT (de Lamballe); broch. in-4°.

Notice sur les titres de M. BOURGERY *comme candidat dans la Section de Médecine et Chirurgie de l'Académie des Sciences;* janvier et février 1843, avec une Note additionnelle; in-4°.

Traité de Toxicologie médico-légale et de la falsification des aliments, des bois-

sons et des médicaments ; par M. GALTIER ; 1re partie : *Poisons inorganiques ou minéraux ;* 1 vol. in-8°.

Moyen de transporter les Lettres, ou un corps quelconque ne dépassant pas un certain poids, avec une vitesse télégraphique de cent lieues à l'heure ; par M. le baron ALFRED DE COLONGE, attaché à la légation de France en Bavière. Munich, 1845; in-8°.

Annales forestières ; juin 1845 ; in-8°.

Atlas général des Phares et Fanaux, à l'usage des navigateurs ; par M. COULIER ; *publié sous les auspices de* S. A. R. Monseigneur le prince DE JOINVILLE. (*Portugal.*) 4e livraison in-4°.

Nouvelle méthode de traitement employée journellement à l'Hôtel-Dieu d'Orléans, depuis 1826 *jusqu'à ce jour* (*octobre* 1843) *dans les fièvres continues, les fièvres puerpérales, les fièvres éruptives et les péripneumonies qui présentent un caractère typhoïde ; par* M. RANQUE ; brochure in-8°. (Adressée pour le concours Montyon.)

Encore un mot sur le danger des inhumations précipitées ; par M. H. LE GUERN, brochure in-8°.

Priscien, poëme sur les Poids et Mesures, traduit par M. E.-F. CORPET, *et annoté par* MM. E. BARY *et* CORPET ; brochure in-8°. (Extrait de la Bibliothèque latine-française de PANCKOUCKE, 2e série.)

Mémoire sur les Filons en général et le rôle qu'ils paraissent avoir joué dans les phénomènes du Métamorphisme ; Notes sur les roches d'imbibition, etc. ; par M. VIRLET D'AOUST ; brochure in-8°.

Association normande. — 13e *Session du Congrès de l'Association normande, tenue à Neufchâtel* (*Seine-Inférieure*) ; in-4°.

Journal de Chirurgie ; par M. MALGAIGNE ; juin 1845 ; in-8°.

Bulletin des Académies ; Revue des Sociétés de médecine française et étrangères ; 1re année ; n° 9 ; in-4°.

Traité de Chimie, traduit en arabe par M. PERON ; *imprimé au Caire ;* 1er et 2e vol. ; in-8°.

Traité de Physique, traduit en arabe par M. PERON ; *imprimé au Caire ;* 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou ; année 1844 ; in-8° ; avec planches.

Index lectionum in universitate litterarum Caesarea Kasanensi per annum academicum 1844-1845 *instituendarum ; jussu viri amplissimi Michaelis Mussimpuschkin.* Kasan, 1844 ; in-8°.

Medical Times ; nos 294, 295, 298 et 300 ; in-4°.

Reports... *Rapports des directeurs de l'usine à gaz de Philadelphie aux Comités de la ville de Philadelphie.* Philadelphie, 1838; in-8°.

Letter of... *Lettre du Secrétaire de la Trésorerie des États-Unis, relative à un Rapport du surintendant des poids et mesures;* février 1845; in-8°. (28e congrès, 3e session.)

Letter of... *Lettre du Secrétaire de la Trésorerie des Etats-Unis, transmettant le Rapport du surintendant de l'Hydrographie des côtes des États-Unis;* in-8°. (28e congrès, 2e session.) Ces deux articles ont été adressés par M. le professeur BACHE.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 539; in-4°.

Magnetische... *Observations magnétiques et météorologiques faites à Prague; par* M. CH. KREIL; 5e année; janvier à décembre 1844. Prague, 1845; in-4°.

Informe... *Rapport sur la culture de la Canne et la fabrication du Sucre sur les côtes de l'Andalousie; par* M. RAMON DE LA SAGRA. Madrid, 1845; in-8°.

Cenni... *Notice sur les quatre comètes télescopiques qui ont paru au commencement de l'année* 1845; *par* M. ANT. COLLA. Parme, 1845; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 25; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 71 et 72.
